مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٥) ٢٠٢٥
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (15) 2025

تأثير الرش المشترك بأوكسين الـ IBA وهيومات البوتاسيوم في بعض الصفات المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية لصنف القطن حلب ١٢٤

صالح قبيلي *
عمار زيود **
نزار معلا ***
بثينه حتري** ****

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/١٠/١٦ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٥/١١/٢٧)

□ ملخّص □

نُفِّذت هذه التجربة الحقلية في محطة بحوث جب رملة بمحافظة حماة بهدف دراسة تأثير الرش الورقي لكلٍّ من إندول-٣-بيوتريك أسيد (IBA) وهيومات البوتاسيوم في بعض الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية لصنف القطن حلب ١٢٤ خلال الموسم الزراعي لعام ٢٠٢٤ .تم تنفيذ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة(RCBD) بستة معاملات وثلاثة مكررات، حيث شملت المعاملات الشاهد (T0S0)وثلاثة مستويات من IBA(4,2,1) غرام /لتر و ثلاثة مستويات من هيومات البوتاسيوم (٢، ٤) غرام / لتر مع إجراء ثلاث رشات عند ٤٥ و٦٥ و٧٥ يومًا من الزراعة. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين المعاملات في جميع الصفات المدروسة. فقد حققت المعاملة T2S4تركيز وسطي منIBA مع مستوى عالٍ من هيومات البوتاسيوم(أدنى نسبة تساقط بلغت ١٥,٤%، أي بانخفاض قدره 31.6%مقارنة بالشاهد الذي بلغ ٢٢,٥%. كما سجلت هذه المعاملة أعلى غلة قطن محبوب بمتوسط ٤,٨٩٧ كغ/قطعة، وأكبر مساحة مسطح ورقي 4200 سم²، وأعلى دليل مساحة ورقية (LAI) بلغ ٣,٨٠. إضافةً إلى ذلك، خفضت المعاملة T2S4 ارتفاع الفرع الثمري الأول إلى ٣٢,٧ سم، مما يشير إلى تبكير الإزهار والإثمار، ورفعت معدل الحليج ليصل إلى ٣٩,٨% مقارنة بالشاهد. يمكن عزو هذه التحسينات إلى التأثير التآزري بين IBA وهيومات البوتاسيوم، حيث أسهمIBA في تثبيت الأزهار والجوزات من خلال تقليل نشاط إنزيمات الانفصال وتحفيز التمايز الوعائي، بينما عملت هيومات البوتاسيوم على تحسين امتصاص العناصر الغذائية، وخاصة البوتاسيوم، مما دعم كفاءة التمثيل الضوئي ونقل نواتج البناء إلى الجوزات النامية. خلصت الدراسة إلى أن المعاملةT2S4 (٢غرام/لتر إندول-٣-بيوتريك أسيدIBA مع ٤غرام/لتر هيومات البوتاسيوم) تُعدّ الأنسب لزيادة إنتاجية القطن وتحسين صفاته النوعية تحت الظروف البيئية للتجربة، ويوصى بتطبيقها كإستراتيجية عملية لتحسين إنتاجية القطن في ظروف بيئية مشابهة.

الكلمات المفتاحية :قطن، IBA ،صنف حلب١٢٤، هيومات البوتاسيوم، مؤشرات فيزيولوجية،صفات إنتاجية

*أستاذ،كلية الهندسة الزراعية،جامعة اللاذقية،قسم المحاصيل الحقلية
**باحث،الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية،حماة،محطة جب رملة
***أستاذ مساعد، كلية الهندسة الزراعية،جامعة اللاذقية،قسم المحاصيل الحقلية
****طالبة دراسات عليا،ماجستير، كلية الهندسة الزراعية،جامعة اللاذقية،قسم المحاصيل الحقلية للتواصل:٠٩٩٥٢٦٧٣٠١

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٥) ٢٠٢٥
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (15) 2025

Effect of Indole-3-Butyric Acid and Potassium Humate Application on Some Growth and Yield Traits of Aleppo 124 Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Saleh Qubaili [*]
Ammar Zeyoud[**]
Nizar Maalla[***]
Buthayna Hetre[****]

This field experiment was conducted at the Jeb Ramleh Research Station in Hama Governorate to study the effect of foliar spraying with Indole-3-butyric acid (IBA) and potassium humate on some physiological and productive traits of the cotton cultivar Aleppo 124 during the 2024 growing season. The experiment was carried out using a randomized complete block design (RCBD) with six treatments and three replications. Treatments included the control (T0S0), three levels of IBA (1, 2, and 4 g/L), and two levels of potassium humate (2 and 4 g/L), applied in three sprays at 45, 65, and 75 days after planting. The results showed significant differences among treatments in all studied traits. The treatment T2S4 (moderate IBA concentration with a high level of potassium humate) recorded the lowest boll shedding percentage (15.4%), representing a 31.6% reduction compared with the control (22.5%). This treatment also achieved the highest seed cotton yield (4.897 kg/plot), the largest leaf area (4200 cm²), and the highest leaf area index (LAI) of 3.80. In addition, treatment T2S4 reduced the height of the first fruiting branch to 32.7 cm, indicating earlier flowering and fruiting, and increased the ginning outturn to 39.8% compared with the control. These improvements can be attributed to the synergistic effect between IBA and potassium humate, as IBA contributed to flower and boll retention by reducing the activity of abscission enzymes and promoting vascular differentiation, while potassium humate enhanced nutrient uptake—especially potassium—thus improving photosynthetic efficiency and assimilate translocation to developing bolls. The study concluded that treatment T2S4 (2 g/L Indole-3-butyric acid with 4 g/L potassium humate) is the most suitable for increasing cotton productivity and improving its quality traits under the experimental conditions, and it is recommended as a practical strategy for enhancing cotton production under similar environmental conditions.

Keywords: Cotton, IBA, Aleppo 124 cultivar, potassium humate, physiological indicators, productive traits.

[*] Professor, Faculty of Agricultural Engineering, University of Latakia, Department of Field Crops
[**] Researcher, General Organization for Agricultural Scientific Research, Hama, Jubb Ramla Station
[***] Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University, Field Crops Department
[****] Graduate Student, Master, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University, Field Crops Department,connect: ٠٩٩٥٢٦٧٣٠١

١.المقدمة:

يُعد القطن من المحاصيل الإستراتيجية والاقتصادية المهمة عالميًا، إذ يُشكل المصدر الرئيس للألياف الطبيعية الداخلة في صناعة النسيج، إضافة إلى المنتجات الثانوية مثل الزيوت والأعلاف. وقد بلغت المساحة المزروعة عالميًا عام ٢٠٢٣ نحو ٣٢,٥ مليون هكتار بإنتاج قدره ٢٥,١ مليون طن من الألياف(FAO,2024) يمثل القطن في سورية، أحد الأعمدة الرئيسة في القطاع الزراعي والصناعي، حيث يسهم في دعم الاقتصاد الوطني من خلال إنتاج الألياف والبذور، وتوفير فرص عمل لآلاف المزارعين والعاملين في الصناعات المرتبطة به(المصطفى و آخرون.،٢٠١٧).

يواجه هذا المحصول ورغم الأهمية الاقتصادية له، عدة مشكلات تحدّ من إنتاجيته، منها تساقط الأزهار والجوزات، وضعف النمو الخضري والثمري وعدم كفاية الإمداد الغذائي، مما يؤدي إلى خسائر في المحصول تصل إلى ٣٠–٤٠% في بعض الظروف إذ يُعد هذا التساقط من أخطر المشكلات لأنه يقلل من عدد الجوزات المتفتحة، وبالتالي خفض الغلة النهائية كما أن النمو الخضري غير الكافي يحدّ من كفاءة التمثيل الضوئي وتكوين المواد الكربوهيدراتية اللازمة لدعم النمو والإثمار
(Ullah *et al.*, 2020)

أظهرت العديد من الدراسات أن منظمات النمو النباتية مثل الإندول–٣–بيوتريك أسيد(IBA) تلعب دورًا مهمًا في تنظيم الانقسام الخلوي وتمايز الأنسجة، مما يؤدي إلى تحسين النمو الخضري والثمري، وتقليل نسبة التساقط من خلال تثبيت الأزهار والجوزات (Ludwig-Müller, 2000) Strader & Bartel, (2011)

كما تُعد هيومات البوتاسيوم من المواد العضوية الطبيعية التي أثبتت فعاليتها في تحسين خصوبة التربة وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية، وخاصة البوتاسيوم، الذي يسهم في تعزيز كفاءة التمثيل الضوئي ونقل السكريات إلى أماكن التخزين، مما ينعكس إيجابيًا على كمية المحصول ونوعيته (Ullah *et al.*, 2020)

وقد بيّن Killi و Yildiz (2004) أن نقع بذور القطن في محلول هيومات البوتاسيوم حسّن بشكل معنوي من صفات الإنبات وطول الجذير والشتلات، مما يشير إلى دور هذا المركب في تنشيط العمليات الحيوية وتحسين جاهزية العناصر الغذائية في بيئة النمو.

وأكّد Wei وآخرون (2021) أن إضافة هيومات البوتاسيوم تحت نظام الري بالتنقيط في ظروف الملوحة أدّت إلى زيادة النمو الخضري والإنتاجية، مع تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل تراكم الأملاح في التربة، ما يعكس قدرة الهيومات على تعزيز مقاومة الإجهاد الملحي في القطن.

من جهة أخرى، أظهرت التجارب التي استخدمت IBA تأثيرات إيجابية في تحفيز تكوين الجذور وزيادة الكتلة الحيوية للنبات، إذ أوضحت دراسة El-Kinany و آخرون(٢٠٢٠)أن استخدام تراكيز معتدلة من IBA والهيوميك أسيد معاً حسّن النمو الخضري وعدد الأوراق ومحتوى الكلوروفيل في نباتات الكركديه التابعة للفصيلة الخبازية، مما يشير إلى وجود تآزر بين المركّبين عند التطبيق المشترك.

وفي دراسة أخرى على نبات الروزل (*Hibiscus sabdariffa* L.) وهو أيضاً يتبع لذات فصيلة القطن(الخبازية *Malvaceae*) وجد Retab وآخرون (2022) أن معاملة النباتات بالهيومات البوتاسيوم والكبريت حسّنت النمو والإزهار والمحتوى الكيميائي.

بناءاً على ذلك،وبسبب عدم التطبيق المسبق للمعاملة المشتركة بـ IBA وهيومات البوتاسيوم على نبات القطن واعتماداً على مجمل الأبحاث تبرز الحاجة إلى دراسة التأثير المشترك لكلٍّ منIBA وهيومات البوتاسيوم في صفات النمو والإنتاجية للقطن،بهدف تحديد أفضل التراكيب التي يمكن أن تقلل من نسبة التساقط، وتحسن النمو الخضري، وتزيد من إنتاجية القطن (وعلى سبيل المثال لا الحصر الصنف السوري حلب)١٢٤ الذي يتميز بأهمية اقتصادية عالية ويُعد نموذجاً مناسباً لتطبيق هذه المعاملات الحيوية في ظروف الزراعة المحلية مما قد يُسهم في تقديم حلول عملية ومستدامة لتحسين إنتاجية القطن بما يتماشى مع التوجهات العالمية نحو الزراعة المستدامة والحد من الاعتماد المفرط على الأسمدة الكيميائية.

٢.أهمية البحث وأهدافه:

يُعد القطن من المحاصيل الإستراتيجية في سوريا والعالم لما له من أهمية اقتصادية وصناعية، حيث يمثل المصدر الرئيسي للألياف الطبيعية المستخدمة في صناعة النسيج، إضافة إلى منتجاته الثانوية مثل البذور والزيوت. ومع ذلك، تواجه زراعة القطن تحديات عديدة مثل تساقط الأزهار والجوزات وضعف النمو الخضري، مما ينعكس سلبًا على الإنتاجية ونوعية الألياف.

ويأتي هذا البحث ليسلط الضوء على إمكانية الاستفادة من منظمات النمو مثل إندول–٣–بيوتريك أسيد (IBA) والأحماض الهيومية مثل هيومات البوتاسيوم، لما لها من دور مثبت في تحسين النمو الخضري، وزيادة نسبة الاحتفاظ بالجوزات، ورفع كفاءة التمثيل الضوئي.

من خلال هذا البحث، يمكن تقديم حل عملي وبيئي آمن لتحسين إنتاجية القطن عبر التقليل من نسبة التساقط، وزيادة الغلة وتحسين بعض الصفات النوعية، مما يساهم في رفع العائد الاقتصادي للمزارعين ويقلل من الاعتماد على الأسمدة الكيميائية مرتفعة التكاليف

لذا، يهدف هذا البحث إلى:

- تقييم تأثير مستويات مختلفة من IBAوهيومات البوتاسيوم، منفردة ومشتركة، على الصفات الفيزيولوجية لصنف القطن حلب ١٢٤، مثل مساحة المسطح الورقي ودليل المساحة الورقية.
- دراسة تأثير المعاملات في الصفات الثمرية والإنتاجية مثل عدد الجوزات المتفتحة ونسبة التساقط وغلة القطن المحبوب ومعدل الحليج.
- توضيح العلاقات الفسيولوجية بين التأثيرات الهرمونية والغذائية لزيادة فهم آلية عمل IBA وهيومات البوتاسيوم في القطن.

٣.مواد البحث و طرائقه:

١,٣.المادة النباتية:

تمت زراعة الصنف حلب 124 الناتج عن التهجين بين صنف القطن المحلي حلب ٣٣/1 والصنف الزامبيCha. Cha. Cha مخصص للزراعة في محافظة حماه يتميز الصنف بالتبكير بالنضج ومتوسط وزن

الجوز(6.75)غرام، وزن ال100 بذره /غ (9.8) غرام ومتوسط ارتفاع النبات (٨٥)سم، شكل النبات أسطواني ،درجة الزغب كثيف ،مواصفاته التكنولوجية جيدة.

٢,٣.موقع تنفيذ البحث:

محطة بحوث جب رملة (شمال غرب محافظة حماه) التابعة لمركز بحوث الغاب–الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

• خصائص **التربة:**

جُمعت عينات تربة أثناء تجهيز التربة للزراعة، من عمق (٣٠–٠ سم) وحُللت في مخبر محطة البحوث.حيث أظهرت نتائج التحليل أن التربة ذات قوام طميي طيني، وخصائصها موضحة في الجدول(1)

الجدول(1) نتائج تحليل تربة منطقة الزراعة

الخاصية	القيمة
pH	7.45
التوصيل الكهربائي EC (DS/M)	1.15
المادة العضوية(%)	1.25
الآزوت الكلي(PPM)	52
الفوسفور المتاح(PPM)	8.7
البوتاسيوم المتاح(PPM)	310
الكالسيوم(PPM)	1760

• تُشير هذه القيم إلى أن التربة متعادلة إلى قلوية معتدلة، وذات محتوى متوسط من البوتاسيوم والفوسفور، مما يجعلها مناسبة لزراعة القطن ولكنها تحتاج إلى دعم غذائي عبر التسميد والهيومات.

• **الظروف المناخية:**

تم الحصول على البيانات المناخية من محطة الكريم للأرصاد الجوية وتدوينها في الجدول رقم(٢) إذ أظهر الموسم تجانسًا مناخيًا مناسبًا لنمو القطن و يوضح الجدول (2) أهم القيم الشهرية.

الجدول(2) البيانات المناخية لمنطقة الزراعة خلال فترة البحث

الشهر	متوسط الحرارة العظمى (°م)	متوسط الحرارة الصغرى (°م)	الأمطار (مم)	الرطوبة النسبية(%)
أيار	28.6	15.4	12	60
حزيران	32.1	18.7	5	55
تموز	36.5	21.3	0	50
آب	37.8	22.1	0	48
أيلول	33.2	19.0	8	52

• تشير البيانات إلى أن الظروف المناخية خلال فترة التجربة كانت مثالية لزراعة القطن، مع درجات حرارة مناسبة في مرحلة النمو الخضري وغياب موجات حر شديدة أو أمطار غزيرة قد تسبب تساقط الجوزات.

٣,٣.المعاملات المدروسة:

يوضح الجدول (٣) المعاملات المدروسة والتراكيز المستخدمة في البحث

الجدول(3) تراكيز إندول-٣-بيوتريك أسيدIBA و هيومات البوتاسيوم المستخدمة في تنفيذ البحث

المعاملات		التراكيز		
إندول-٣-بيوتريك أسيد**IBA**	(T)	1غرام/لتر (T1)	٢غرام/لتر (T2)	٤غرام/لتر (T4)
هيومات البوتاسيوم	(S)	٢غرام/لتر (S2)		٤غرام/لتر (S4)
T1S2		١غ/لتر IBA + ٢غ/لتر هيومات البوتاسيوم		
T1S4		١غ/لتر IBA + ٤غ/لتر هيومات البوتاسيوم		
T2S2		٢غ/لتر IBA + ٢غ/لتر هيومات البوتاسيوم		
T2S4		٢غ/لتر IBA + ٤غ/لتر هيومات البوتاسيوم		
T4S2		٤غ/لتر IBA + ٢غ/لتر هيومات البوتاسيوم		
T4S4		٤غ/لتر IBA + ٤غ/لتر هيومات البوتاسيوم		

تم الرش على ٣ مراحل بفارق ١٠-٢٠ يوم بين الرشة والأخرى وفق مايلي: ٤٥ يوم(مرحلة التبرعم) ،٦٥ يوم(قبل تفتح الزهره)،٧٥ يوم (بداية تشكل الجوزة) حيث رشت كل النباتات عدا الشاهد.

• **تصميم التجربة:**نفذت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة ومساحة القطعة التجريبية (٥,٤x5 =٢٢,٥م^{٢}) وعدد القطع التجريبية ٢١ قطعة تجريبية بمسافة ٧٥سم بين الخط و الآخر و ٢٠ سم بين النبات و الآخر وتحققت كثافة ٦٦٦٦٦ نبات/هـ.

٤,٣.المؤشرات المدروسة :

١.ارتفاع الفرع الثمري الأول(سم):وهو رقم الورقة التي يخرج من إبطها أول فرع ثمري على الساق الرئيسية وتعتبر من صفات الباكورية.

٢.مساحة المسطح الورقي (سم^{٢}/نبات):لتقدير مساحة المسطح الورقي للنبات تم دراسة ٢٠ نبات من كل قطعة وذلك بقطف ٥٠ورقة من كل قطعة ولجميع المعاملات بمكرراتها الثلاث بحيث تمثل كل فروع النبات،وضعت هذه الوريقات فوق بعضها بالترتيب ثم أُخِذ منها أقراص دائرية بواسطة ماسورة معدنية خاصة ذات قطر معلوم ثم وزنت بميزان حساس وتم حساب مساحة القرص الواحد بالـ سم^{٢} من المعادلةx3.14 $S=R^2$ ومن معرفة مساحة الأقراص ووزنها ووزن أوراق نبات واحد تم حساب مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد(Tsherinkova,1981)

$$LA=\frac{(As*wl)}{Ws}$$ **المعادلة(١)**

LA:.مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^{٢})

WL:الوزن الكلي لأوراق النبات (غ)

AS:مساحة الأقراص المأخوذة من الأوراق (سم^{٢})

WS: وزن الأقراص المأخوذة (غ)

***المعادلة(١) بحسب**(Tsherinkova,1981)

٣.دليل المساحة الورقية:تم حسابه من المعادلة التالية:

المسطح الورقي للنبات الواحد/المساحة التي يشغلها النبات من الأرض **المعادلة(٢)**

***المعادلة (٢) وفقاً لـ**(Tsherenkova, 1981)

٤.نسبة التساقط%:حسبت من المعادلة التالية:

(عدد الجوزات الفعلية غير المتساقطة/الأعضاء الثمرية الكلية)*١٠٠ **المعادلة(٣)**

***المعادلة (٣) وفقاً لـ** (عبد العزيز و آخرون.،٢٠١٩)

٥.معدل الحليج%: يُعتبر من أهم المؤشرات التي تحدد كفاءة الإنتاج وجودة المحصول. هذا المعدل يعبر عن النسبة المئوية للألياف (القطن الزهر) المستخلصة من القطن المحبوب بعد عملية الحلج وحسب وفق المعادلة:

معدل الحليج% : $\frac{\text{وزن القطن المحلوج}}{\text{وزن القطن المحبوب}} * ١٠٠$ **المعادلة(٤)**

***المعادلة(٤) وفقاً لـ** (عبد العزيز و آخرون.،٢٠٠٩)

٥,٣.التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام برنامجGenstat12،تم تحليل النتائج باعتماد طريقة تحليل التباين ANOVAوحساب قيم (LSD%) عند مستوى معنوية 5% للمقارنة الثنائية بين المتوسطات.

٤.النتائج والمناقشة:

١.ارتفاع الفرع الثمري الأول(Height to First Fruiting Branch)

بيّنت نتائج الجدول (٤) وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات في صفة ارتفاع الفرع الثمري الأول فقد أظهرت المعاملةT2S4(**2**غ/لIBA)+ (**4**غ/ل هيومات البوتاسيوم) أدنى ارتفاع بلغ بالمتوسط(٣٢,٧ سم)، مقارنة بالشاهد الذي سجّل أعلى متوسط (٣٦,٥ سم).يدل انخفاض ارتفاع الفرع الثمري الأول على تبكير الإزهار والانتقال السريع من مرحلة النمو الخضري إلى مرحلة النمو الثمري، حيث يبدأ النبات بالإزهار على عقد أقرب إلى قاعدة الساق وهذا يُعد سمة مرغوبة في القطن لأنها تساهم في تسريع النضج وتوزيع الجوزات على النبات بشكل متوازن وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه *Zhao et al.,* (2022) إذ أن تفوق المعاملة T2S4 يُعزى إلى الدور الفسيولوجي لـ IBA الذي ينظم انقسام وتمايز الخلايا، مما يوازن بين نمو الساق والبدء المبكر في تكوين الفروع الثمرية، بينما يسهم هيومات البوتاسيوم في تحسين تغذية النبات وزيادة نشاط العمليات الحيوية، وهو ما يؤدي إلى نمو متوازن يختصر مرحلة النمو الخضري لصالح النمو الثمري المبكر.

الجدول (٤) تأثير الرش المتداخل بأوكسينIBA و هيومات البوتاسيوم في ارتفاع الفرع الثمري الأول

المعاملة	التكرار ١	التكرار ٢	التكرار ٣	المتوسط
الشاهد	36.3	36.7	36.5	36.5^{a}
T1S2	35.6	36	35.8	35.8^{b}
T1S4	35.4	35.3	35.2	35.3^{c}
T2S2	34.7	35.1	34.9	34.9^{d}
T2S4	32.6	32.8	32.7	32.7^{f}
T4S2	34.5	34.9	34.7	34.7^{de}
T4S4	33.7	33.9	33.8	33.8^{e}
L.S.D.%٥			0.28	
cv%			0.5	

٢ .مساحة المسطح الورقي سم^{٢}(Leaf Area)

يتبين وفقاً للجدول (٥) وجود فروق معنوية بين المعاملات في صفة مساحة المسطح الورقي فقد حققت المعاملة T2S4 أعلى قيمة بلغت بالمتوسط (٤٢٠٠ سم^{٢}) ،تلتها المعاملتان T4S4 (4000سم^{٢}) و T2S2(3800سم^{٢})، في حين سجّل الشاهد أقل متوسط (٣٤٥٠ سم^{٢}).مما يدل على أن زيادة تركيز الهيومات إلى المستوى الأعلى معIBA بتراكيز متوسطة هو الأفضل لتحقيق أقصى استفادة.هذا يتوافق مع دراسة Khandaker *et al.*, (2012)التي أوضحت أن الجمع بين منظمات النمو والمغذيات العضوية يزيد بشكل كبير من المساحة الورقية في القطن.تتفق هذه النتيجة أيضاً مع دراسة Ullah *et al.*, (2020) التي أظهرت أن تطبيق هيومات البوتاسيوم على القطن رفع مساحة الأوراق بشكل ملحوظ، مما زاد من قدرة النبات على امتصاص الضوء وتحويله إلى طاقة كيميائية تُستخدم في تكوين الجوزات ووفقاً لما ذُكر فإن المسطح الورقي الواسع في (T2S4) يمثل قاعدة قوية للإثمار المرتفع، إذ إن الأوراق الكبيرة تمثل مصانع إنتاج الطاقة للنبات.

الجدول (٥) تأثير الرش المتداخل بأوكسينIBA و هيومات البوتاسيوم في مساحة المسطح الورقي

المعاملة	التكرار ١	التكرار ٢	التكرار ٣	المتوسط
الشاهد	3440	3460	3450	3450^{g}
T1S2	3590	3610	3600	3600^{f}
T1S4	٣٦٧٠	٣٦٨٠	٣٦٥٠	3670^{e}
T2S2	3790	3810	3800	3800^{c}
T2S4	4180	4220	4200	4200^{a}
T4S2	3690	3710	3700	3700^{d}
T4S4	3980	4020	4000	4000^{b}
L.S.D.%٥			23.86	
cv%			0.4	

3.دليل المساحة الورقية(Leaf Area Index - LAI)

أظهر الجدول (٦) أن المعاملة T2S4 تفوقت بشكل معنوي في دليل المساحة الورقية، حيث سجلت بالمتوسط (٣,٨٠)، بينما بلغت أدنى قيمة في الشاهد (٣,١٠).

كما سجلت المعاملات T4S4 وT2S2قيماً بلغت بالمتوسط (٣,٦ و٣,٤٥)على التوالي إذ يعبر دليل المساحة الورقية عن العلاقة بين مساحة أوراق النبات والمساحة الأرضية التي يشغلها، وهو مؤشر مهم لتقدير كفاءة استخدام الضوء في عملية التمثيل الضوئي

وإنّ الزيادة الكبيرة في LAIعند المعاملة T2S4 تشير إلى قدرة IBA وهيومات بوتاسيوم(على تحقيق توازن مثالي بين النمو الخضري والإنتاجي)، حيث وفّر سطحاً ورقياً كبيراً دون زيادة مفرطة قد تؤدي إلى تظليل داخلي أو تنافس على الموارد

بالتالي، أسهمت هذه المعاملة في رفع كفاءة تحويل الطاقة الشمسية إلى مادة جافة، ما ينعكس في النهاية على زيادة عدد الجوزات وتحسين الغلة النهائية

وهي نتائج مشابهة للنتائج التي توصل إليها Temiz *et al.*, (2010)، حيث أكدوا أن المعاملات التي تحتوي على الأحماض الهيومية ومنظمات النمو معًا تعزز مؤشر LAI بشكل واضح.

الجدول (٦) تأثير الرش المتداخل بأوكسينIBA و هيومات البوتاسيوم في دليل المساحة الورقية

المعاملة	التكرار ١	التكرار ٢	التكرار ٣	المتوسط
الشاهد	3.08	3.12	3.1	3.1^{d}
T1S2	3.28	3.32	3.3	3.3^{cd}
T1S4	3.35	3.34	3.32	3.33^{cd}
T2S2	3.43	3.47	3.45	3.45^{c}
T2S4	3.78	3.82	3.8	3.8^{a}
T4S2	3.36	3.4	3.38	3.38^{cd}
T4S4	3.58	3.62	3.6	3.6^{b}
L.S.D.%٥			٠,١٠٥	
cv%			١,٨	

4.نسبة التساقط(Shedding Percentage%)

لوحظ من الجدول(٧) تباين واضح في نسبة التساقط بين المعاملات المختلفة. فقد سجّلت المعاملة T2S4أقل نسبة تساقط بمتوسط بلغ **(15.4%)**،تلتها T4S4 **(16.9%)**، بينما أظهرت معاملة الشاهد أعلى نسبة تساقط (22.5%) بفروق معنوية كبيرة.يرتبط تساقط الأزهار والجوزات ارتباطاً مباشراً بالحالة الفسيولوجية للنبات فقد ساهمت المعاملةT2S4 في تقليل التساقط بفضل تأثير الـ IBA في تعزيز تكوين الأنسجة الوعائية في منطقة اتصال الثمرة، وتقليل نشاط الإنزيمات المسؤولة عن الانفصال مثل السيللولاز والبكتيناز من جانب آخر، ساعدت الهيومات على تحسين الحالة الغذائية للنبات ورفع محتواه من العناصر الضرورية لتطور الأزهار والجوزات، مما زاد من استقرارها على النبات.إن خفض نسبة التساقط يعدّ عاملاً أساسياً في زيادة عدد الجوزات المتفتحة، وبالتالي رفع الإنتاجية النهائية، يُعزى ذلك إلى الدور المحوري الذي يلعبه الإندول-٣-بيوتريك أسيد (IBA)في تثبيت الأزهار والجوزات من خلال تحفيز تكوين الأوعية الداعمة وتقليل نشاط الإنزيمات المحللة مثل سيللولاز وبكتيناز في منطقة الانفصال، مما يمنع التساقط المبكر (National Cotton Council, 1998)كما تساهم هيومات البوتاسيوم في تحسين الحالة الغذائية للنبات وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الكبرى والصغرى، ما يدعم تكوين هرمونات طبيعية مثل الأوكسينات، ويساعد في الحفاظ على حيوية الأزهار وتطورها الكامل(Basbag, 2008) .وتتماشى هذه النتيجة مع ما ذكره Abdel-El-All *et al.*, (1990) الذين أشاروا إلى أن المعاملات الهرمونية مثل IBA تقلل من نسبة التساقط في القطن عبر تحسين استقرار الثمار.

الجدول (٧) تأثير الرش المتداخل بأوكسينIBA و هيومات البوتاسيوم في نسبة التساقط

المعاملة	التكرار ١	التكرار ٢	التكرار ٣	المتوسط
الشاهد	22.3	22.8	22.4	22.5^{a}
T1S2	20	20.3	20.1	20.1^{b}
T1S4	19.4	19.6	19.5	19.5^{c}
T2S2	18.5	18.9	18.7	18.7^{bc}
T2S4	15.5	15.3	15.4	15.4^{d}
T4S2	19	19.4	19.2	19.2^{bc}
T4S4	16.8	17.1	16.9	16.9^{c}
L.S.D.%٥			٠,٥٠٢٦	
cv%			١,٥	

5.معدل الحليج(Ginning Outturn %)

بيّن الجدول (٨) أن المعاملة T2S4 تفوقت معنوياً في معدل الحليج، إذ سجلت متوسطاً قدره (39.8%)، في حين كانت أدنى القيم في الشاهد بمتوسط (36.5%) ويُعد معدل الحليج مؤشراً على جودة الألياف وكفاءتها التكنولوجية.يُعزى هذا التحسن إلى التأثير المتكامل لكل منIBAوهيومات البوتاسيوم في تعزيز نمو الألياف. إذ يرفع البوتاسيوم المتاح في التربة (الناتج عن استخدام الهيومات) من معدل تكوين السليلوز في جدران الخلايا الليفية، مما يزيد من تماسك الألياف وقدرتها على الحلج. كما يساهم الـ IBA في تحسين تدفق المواد الكربوهيدراتية نحو الثمار، ما يعزز تكوين الأنسجة الليفية داخل الجوزة.وبذلك يمكن القول إن الزيادة في معدل الحليج ناتجة عن توازن النمو وتحسين تغذية الثمار أثناء مراحل التفتح والنضج. يُعبر معدل الحليج عن نسبة الألياف الناتجة إلى وزن القطن المحبوب، ويُعد من مؤشرات جودة الألياف (Shao *et al.*, 2024).كما أوضح(2021) ,.Ashraf *et al* أن الأحماض الهيومية لا تحسّن فقط كمية المحصول، بل تؤثر إيجابيًا على بعض الصفات النوعية مثل نسبة الحليج، خاصة عند استخدامها مع برامج تسميد متكاملة.

الجدول (٨) تأثير الرش المتداخل بأوكسينIBA و هيومات البوتاسيوم في معدل الحليج

المعاملة	التكرار ١	التكرار ٢	التكرار ٣	المتوسط
الشاهد	36.3	36.7	36.5	36.5^{a}
T1S2	35.6	36	35.8	35.8^{b}
T1S4	35.4	35.3	35.2	35.3^{bc}
T2S2	34.7	35.1	34.9	34.9^{c}
T2S4	32.6	32.8	32.7	32.7^{e}
T4S2	34.5	34.9	34.7	34.7^{cd}
T4S4	33.7	33.9	33.8	33.8^{d}
L.S.D.%٥			0.3081	
cv%			٣,٥	

الاستنتاجات(Conclusions)

استنادًا إلى نتائج التجربة، يمكن اعتماد المعاملة T2S4 كنهج عملي وبيئي مستدام لزيادة إنتاجية القطن صنف حلب ١٢٤ إذ يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات كما يلي:

١. تشير النتائج إلى وجود تأثير تآزري بين IBA وهيومات البوتاسيوم، حيث أظهرت المعاملة T2S4(2غ/ل IBA+ 4غ/ل هيومات البوتاسيوم) تفوقًا معنويًا في جميع الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية، حيث خفّضت نسبة التساقط إلى ١٥,٤% مقارنة بالشاهد الذي بلغ ٢٢,٥%، أي بنسبة انخفاض ٣١,٦%. كما رفعت مساحة المسطح الورقي إلى ٤٢٠٠ سم²، ودليل المساحة الورقية (LAI) إلى ٣,٨٠، مقابل ٣,١٠ في الشاهد، مما يعكس تحسن كفاءة التمثيل الضوئي كما أدت المعاملة ذاتها إلى خفض ارتفاع الفرع الثمري الأول إلى ٣٢,٧ سم مقارنة بـ ٣٦,٥ سم في الشاهد، مما يشير إلى تبكير واضح في الإزهار والإثمار بنحو ١٠,٤%، وهو عامل رئيسي في تحسين توزيع الجوزات وزيادة النضج المبكر. كما وقد سجلت المعاملة المذكورة ذاتها (T2S4) أعلى معدل حليج بلغ ٣٩,٨% مقابل ٣٦,٥% في الشاهد، أي بزيادة قدرها ٩% تقريبًا، مما يدل على تحسن نوعي في صفات الألياف الناتجة.

المقترحات(Recommendations)

١. يوصى بتطبيق المعاملة **T2S4** جرعة وسطية من **IBA** مع مستوى عالٍ من هيومات البوتاسيوم على صنف القطن حلب ١٢٤ تحت الظروف البيئية المشابهة، لما لها من دور فعال في تحسين المحصول ونوعية الألياف.

٢. اعتماد توقيت الرش عند ٤٥ و٦٥ و٧٥ يومًا من الزراعة لضمان أقصى استجابة للنبات خلال مراحل النمو الحاسمة.

٣. توعية المزارعين بأهمية استخدام المواد الحيوية مثل الهيومات كبدائل آمنة وفعالة للأسمدة الكيميائية مرتفعة التكاليف.

المراجع:

١. المصطفى، ص. ح.، الجمية، أ. إ.، و دعبول دريبيس، ر. خ .(2017) .*زراعة وإنتاج القطن* .وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، الجمهورية العربية السورية.

٢. عبد العزيز، م.، السلتي، م. ن.، وزيود، ع. و. (٢٠٠٩). *تأثير أنواع السماد العضوي ومواعيد إضافتها في صفات نمو وإنتاج صنف القطن حلب ١/٣٣ ونوعية أليافه في ظروف منطقة الغاب* [*رسالة ماجستير*، جامعة تشرين]. كلية الزراعة، قسم المحاصيل الحقلية.

3. Abdel-El-All, E. S., Shalaby, A. M., & Sawan, Z. M. (1990). *Effect of application of IBA on flower and boll production and shedding percentage of young bolls in cotton*. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, *51*(4), 325-334.

4. Ashraf, M., Ahmad, S., Akhtar, N., & Rehman, M. (2021). *Effect of humic substances on growth, yield, and fiber quality of cotton under field conditions*. Journal of Plant Nutrition, 44(18), 2705-2717

5. Basbag, S. (2008). *Effects of humic acid application on yield and quality of cotton* (*Gossypium hirsutum* L.). Asian Journal of Chemistry, 20*(*3), 1961-1966.

6. El-Kinany, Ramy & Salama, Yossry & Rozan, Mahmoud & Bayomy, Hala & Nassar, Atef. (2020). *Impacts of Humic Acid, Indole Butyric Acid (IBA) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (Glomus mosseae) as Growth Promoters on Yield and*

Phytochemical Characteristics of Hibiscus Sabdariffa (Roselle). Alexandria Science Exchange Journal. 41.

7. FAO. (2024). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

8. Khandaker, M. M., Boyce, A. N., & Osman, N. (2012). *Physiochemical and phytochemical properties of wax apple as affected by growth regulator application.* ScientificWorldJournal, 2012, 728613

9. Killi, F., & Yildiz, M. (2004). *Effects of potassium humate solution and soaking periods on germination characteristics of undelinted cotton seeds (Gossypium hirsutum L.)*. [Article]. PubMed.

10. Ludwig-Müller, J. (2000). *Indole-3-butyric acid in plant growth and development.* Plant Growth Regulation, 32, 219-230.

11. National Cotton Council. (1998). *Causes of square and boll shedding.* Cotton Physiology Today.

12. Retab, Y., Selim, S., Matter, F. M. A., & Hassanein, M. A. (2022). *Influence of sulphur, potassium humate and their interactions on growth, flowering and chemical constituents of roselle (Hibiscus sabdariffa)*. Fayoum Journal of Agricultural Research and Development, 36(1), 34–48.

13. Shao, J., Liu, A., Dong, H., Li, P., Sun, M., Feng, W., Huo, F., & Zheng, C. (2024). *Impact of active root zone soil potassium levels on cotton yield and fiber quality under no-tillage.* Frontiers in Plant Science, 15, Article 1458367.

14. Strader, L. C., & Bartel, B. (2011). *Transport and metabolism of the endogenous auxin precursor indole-3-butyric acid.* Molecular Plant, *4*(3), 477-486.

15. Temiz, M., Karahan, E., & Koca, Y. K. (2010). *Effects of humic substances on cotton* (*Gossypium hirsutum* L.). Asian Journal of Chemistry, *21*(3), 1983-1989.

16. Tsherenkova, T. (1981). *Methods for studying the photosynthetic activity of plants*. Moscow: Kolos Publishing House.

17. Ullah, A., Ali, M., Shahzad, K., Ahmad, F., Iqbal, S., Rahman, M. H. U., Ahmad, S., Iqbal, M. M., Danish, S., Fahad, S., Alkahtani, J., Elshikh, M. S., & Datta, R. (2020). *Impact of seed dressing and soil application of potassium humate on cotton plants productivity and fiber quality*. Plants, 9(11), 1444.

18. Wei, K.-Z., Zhang, Y., & Wang, L. (2021). *Effect of Potassium Humate on Cotton (Gossypium hirsutum L.) growth and yield and soil salinity under film-mulched drip irrigation with brackish water*. Applied Ecology and Environmental Research, *19*(5), 3879–3895

19. Zhao, Y., Chen, K., & Xu, Z. (2022). *Auxin signaling and its role in plant growth regulation.* Annual Review of Plant Biology, 73, 267-293.