الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم الإنتاج الحيواني

استخدام بيانات الانعكاس الطيفي في تحديد القيمة الغذائية لبعض المحاصيل العلفية

دراسة أعدت لاستكمال مستلزمات الحصول على درجة الماجستير

إعداد المهندس

غدير يوسف حميدان

إشراف

أ.د.موسى أمين عبود
كلية الزراعة – جامعة دمشق
مشرفاً علمياً

د.م.ناصر طرّاف إبراهيم
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد
مشرفاً مشاركاً

Syria Arab Republic
Ministry Of High Education
Damascus University
Faculty of Agriculture
Department of Animal Production

Spectral reflectance data use in determining the fodder value of some pasture crops

Study prepared to get master degree

Eng.Ghadir Hmeidan

Presidency

PHD.Mosa Aboud
Faculty of Agriculture
Damascus University

PHD.Naser Ibrahem
General Organization of Remote Sensing
Damascus-Syria

يهدف هذا البحث إلى مراقبة تغير المؤشرات الطيفية للشعير والذرة الصفراء والفصة كمحاصيل علف, مع الصفات الخضرية والعلفية. ثم إيجاد العلاقة بينهما خلال مراحل النمو المتعاقبة, ضمن تجارب زراعية عاملية, في حقول تابعة للهيئة العامة للاستشعار عن بعد لمحصولي الشعير والذرة الصفراء, ومحافظة الرقة لمحصول الفصة, للموسم الزراعي 2008 – 2009. حيث شملت كل تجربة تسعة معاملات من توافق عاملي الدراسة الأول:التسميد الآزوتي بثلاث مستويات 100%, 50%, 0% للكمية الموصى بها لكل محصول من قبل وزارة الزراعة. الثاني:الري بثلاث مستويات 100%, 50%, 25% للكمية الموصى بها لكل محصول من قبل وزارة الزراعة. وذلك بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية, في أربع مكررات لكل من محصولي الذرة الصفراء والشعير, وثلاث مكررات لمحصول الفصة, وبمساحة 16م^2 لكل قطعة تجريبية. تم تسجيل القراءات الراديومترية بفاصل زمني (7–15) يوم ابتداءً من موعد الزراعة وحتى مرحلة نمو متقدمة لكل محصول, بأطوال موجية من 350 إلى 2500 نانومتر بفاصل طيفي 1 نانومتر. كما تم تقدير الصفات الخضرية والعلفية التالية: تركيز اليخضور, الوزن الرطب, الوزن الجاف, دليل مساحة الأوراق, البروتين الخام, الألياف الخام والرماد الخام للمحاصيل الثلاثة بالتزامن مع القراءات الراديومترية .

ويمكن تلخيص أهم النتائج التي تم التوصل إليها فيما يلي :

الذرة الصفراء العلفية

يتم تقدير تركيز اليخضور(CCI) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي في المجال (λ672) نانومتر بالمعادلة اللوغارتمية التالية :**Ch=-14.587 Ln(λ672)-22.281**. يتم تقدير قيمة الوزن الرطب بالـ(غ/700سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي في المجال (λ872) نانومتر بالمعادلة الأسية التالية : **$FW=3.764e^{8.0603(\lambda 872)}$** . يتم تقدير قيمة الوزن الجاف مقدراً بالـ(غ/700سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ982) نانومتر بمعادلة القوة التالية : **$DW=1153.3(\lambda 982)^{5.1811}$** . يتم تقدير دليل مساحة الأوراق يتم تقديره اعتماداً على قيم الدليل النباتي بمعادلة الأس التالية : **$LAI=0.4655e^{3.0512NDVI}$** . يتم تقدير قيمة البروتين في الوزن الجاف بالـ(غ/700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي NIR-RED بمعادلة الأس التالية : **$CP=0.1182e^{8.2545(NIR-RED)}$** . يتم تقدير الألياف بالـ(غ/700سم^2) اعتماداً على المجال (λ355) بمعادلة القوة التالية : **$CF=5E-06(\lambda 355)^{-3.9058}$**. يتم تقدير نسبة الرماد في بالـ(غ/700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة: **$ASH=0.1495(RED/NIR)^{-1.4318}$** .

الشعير

يتم تقدير تركيز اليخضور مقدراً بالـ (CCI) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ672) نانومتر بمعادلة القوة التالية :**$Ch=0.1017(\lambda 672)^{-1.798}$**. يتم تقدير قيمة الوزن الرطب مقدراً

بالـ(غ/625سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ872) نانومتر بمعادلة القوة التالية :$\mathbf{FW=2116.8(\lambda 872)^{3.1499}}$. يتم تقدير قيمة الوزن الجاف مقدراً بالـ(غ/625سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي في المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $\mathbf{DW=0.8254e^{8.3446(\lambda 1197)}}$. يتم تقدير دليل مساحة الأوراق اعتماداً على قيم الدليل النباتي الـNDVI بالمعادلة الأسية التالية :$\mathbf{LAI=0.016e^{7.1504NDVI}}$. يتم تقدير قيمة البروتين الخام مقدراً بالـ(غ/625سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي في المجال الطيفي (λ872) وفق معادلة القوة التالية: $\mathbf{CP=261.19(\lambda 872)^{4.9347}}$. يتم تقدير قيمة الألياف الخام مقدراً بالـ(غ/625سم^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي في المجال الطيفي (λ1450) بمعادلة القوة:$\mathbf{CF=0.0066(\lambda 1450)^{-3.1137}}$.

يتم تقدير صفة الرماد مقدراً بالـ(غ/625سم^2) من قيم انعكاس المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $\mathbf{ASH=0.0262e^{10.753(\lambda 1197)}}$.

الفصة

يتم تقدير تركيز اليخضور مقدراً بالـ(CCI) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ672) نانومتر بالمعادلة التالية : $\mathbf{Ch=1.4115(\lambda 672)^{-0.9336}}$. يتم تقدير قيمة الوزن الرطب مقدراً بالـ(غ/م^2) اعتماداً على قيم الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ872) نانومتر بالمعادلة القوة التالية:$\mathbf{FW=2987.3(\lambda 872)^{2.1812}}$. يتم تقدير قيمة الوزن الجاف مقدراً بالـ(غ/م^2)اعتماداً على المجال الطيفي (λ1077) وفق معادلة الأس التالية : $\mathbf{DW=1610.8(\lambda 1077)^{3.0854}}$. يتم تقدير قيمة البروتين الخام مقدراً بالـ(غ/م^2) اعتماداً على الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة القوة التالية:

$\mathbf{CP=1.7048e^{6.0663(NIR-RED)}}$. يتم تقدير نسبة الألياف الخام مقدرةً بالـ(غ/م^2)اعتماداً على الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة التالية : $\mathbf{CF=1.625(RED/NIR)^{-1.3817}}$. يتم تقدير صفة الرماد مقدرةً بالـ(غ/م^2) من الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة الأس : $\mathbf{ASH=1.4893e^{6.149(NIR-RED)}}$ . .

The goal of this research was observing the Barley, Corn, and Alfalfa spectral reflectance changes, along with pasture and vegetation characteristics, to conclude the relation between them during growth stages. Within agriculture factorial experiments, in GORS's land –Damascus- for Barley and Corn, and in Raka city for Alfalfa. During 2008-2009 growing season. The experiment contained nine treatments of interacting two factor. First: nitrogen fertilization at three levels 100%, 50% and 0% as recommended by ministry of agriculture for each crop. Second: irrigation at three levels 100%, 50% and 25% as recommended by ministry of agriculture for each crop. In a completely randomized design , with four replications for Barley and Corn and three replications for Alfalfa. With $16m^2$ for each experimental plot. Spectral reflectance data were measured at interval of 7-15 days from planting to advanced growth stage for each crop. Wavelengths ranged from 350 to 2500 nm with band step 1 nm. Simultaneously spectral data, vegetation and pasture data were collected for each crop as follows: Chlorophyll concentration, Fresh weigh, Dry weigh, Leaf area index, Crude protein, Crude fiber and Crude ash. The most important results which sequential access could be summarized as follows:

Pasture corn

Chlorophyll concentration (CCI) is estimated by (672λ) spectral reflectance values resulted by the logarithmic equation: **Ch=-14.587 Ln(λ672)-22.281**. Fresh weigh value ($g/700cm^2$) is estimated by (872λ) spectral reflectance values resulted by the exponential equation: $\mathbf{FW=3.764e^{8.0603(\lambda 872)}}$. Dry weigh value ($g/700cm^2$) is estimated by (982λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: $\mathbf{DW=1153.3(\lambda 982)^{5.1811}}$. Leaf area index is estimated by Normalized Difference Vegetation Index values resulted by the exponential equation: $\mathbf{LAI=0.4655e^{3.0512NDVI}}$. Crude protein value in dry weigh ($g/700cm^2$) is estimated by ratio index values resulted by the exponential equation: $\mathbf{CP=0.1182e^{8.2545(NIR-RED)}}$. Crude fiber ($g/700cm^2$) is estimated by (355λ) spectral reflectance values resulted by power

equation: **$CF=5E\text{-}06(\lambda 355)^{-3.9058}$**. Crude ash(g/700cm^2) is estimated by ratio index values resulted by the power equation: **$ASH=0.1495(RED/NIR)^{-1.4318}$** .

Barley

Chlorophyll concentration(CCI) is estimated by (672λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$Ch=0.1017(\lambda 672)^{-1.798}$**. Fresh weigh value (g/625cm^2) is estimated by (872λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$FW=2116.8(\lambda 872)^{3.1499}$**. Dry weigh value (g/625cm^2) is estimated by (1197λ) spectral reflectance values resulted by the exponential equation: **$DW=0.8254e^{8.3446(\lambda 1197)}$** . Leaf area index is estimated by Normalized Difference Vegetation Index values resulted data by the exponential equation: **$LAI=0.016e^{7.1504NDVI}$**. Crude protein value in dry weigh (g/625cm^2) is estimated by (872λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$CP=261.19(\lambda 872)^{4.9347}$**. Crude fiber (g/625cm^2) is estimated by (1450λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$CF=0.0066(\lambda 1450)^{-3.1137}$**. Crude ash(g/625cm^2) is estimated by (1197λ) spectral reflectance values resulted by the exponential equation: **$ASH=0.0262e^{10.753(\lambda 1197)}$** .

Alfalfa

Chlorophyll concentration(CCI) is estimated by (672λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$Ch=1.4115(\lambda 672)^{-0.9336}$**. Fresh weigh value (g/cm^2) is estimated by (872λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$FW=2987.3(\lambda 872)^{2.1812}$**. Dry weigh value (g/cm^2) is estimated by (1077λ) spectral reflectance values resulted by the power equation: **$DW=1610.8(\lambda 1077)^{3.0854}$** .Crude protein value in dry weigh (g/cm^2) is estimated by deference index values resulted by the exponential equation: **$CP=1.7048e^{6.0663(NIR-RED)}$**. Crude fiber (g/cm^2) is estimated by ratio index values resulted by the power equation: **$CF=1.625(RED/NIR)^{-1.3817}$**. Crude ash(g/cm^2) is estimated by deference index values resulted by the exponential equation: **$ASH=1.4893e^{6.149(NIR-RED)}$**.

المقدمـــة

أدّى تزايد عدد السكان وتزايد الطلب على المنتجات الحيوانية إلى زيادة الحاجة للأعلاف لضمان استمرارية مشاريع الإنتاج الحيواني. وبكل تأكيد لا تخفى أهمية المراعي في العملية الإنتاجية الزراعية إذا تم استغلالها وإدارتها بعناية وذلك نظراً للنقص الذي يميز الأراضي والمناطق الجافة وشبه الجافة في وفرة المراعي كما هو الحال في أراضي الجمهورية العربية السورية التي امتد فيها زحف الأراضي الجافة بسرعة كبيرة في السنوات الأخيرة المنصرمة. ومن هنا كان نجاح القطاع الزراعي لأي بلد هو دعامة أساسية في استقراره, حيث يوفر هذا القطاع أمناً غذائياً وسياسياً من خلال الاكتفاء الذاتي وهذا ما نجده في كثير من البلدان المتقدمة.

تعتبر عملية إنتاج العلف عملية إحيائية معقدة حيث يتم الحصول على الطاقة الضوئية من الشمس ومن ثم يتم تحويلها إلى بروتين وكربوهيدرات ومركبات أخرى داخل النبات، والأعقد من هذا هو تحويل هذه النباتات بواسطة الحيوان إلى منتجات حليب ولحم وصوف. من تلك العمليات يعدّ النبات المنتج الأولي Primary producer في حين يعدّ الحيوان المنتج الثانوي.

إن تقدير القيمة الحقيقية للعلف يعدّ صعباً إلى حدٍ ما، إلا أنه يمكن تقدير ذلك بنسبتها إلى المنتجات البروتينية والكربوهيدراتية والزيتية وإن لم تكن بنفس القيمة بل متوقع أن تقل عنها .

ومن الأسباب التي تجعل المنتجين ينظرون للقيمة المادية لمنتجهم ما يلي:

- أن الأعلاف غالباً ما تُغذى بها الحيوانات مباشرةً ممّا يعيق حساب القيمة المالية أو تقديرها.
- عدم إلمام كثير من المنتجين بكيفية حساب تلك القيمة.
- استزراع الأعلاف غالباً في الأراضي الفقيرة أو عدم العناية بالمحصول العلفي.
- عدم اعتبار الأعلاف كمرحلة مهمة أو خطوة ضرورية في كثير من العمليات المزرعية.
- يتوقع المنتج أن العمالة والنقل والتخزين غير جديرة بالاهتمام في حالة المحاصيل العلفية.

لا تكمن أهمية محاصيل العلف في أنها ذات قدرة عالية في توفير الغذاء الجيد والرخيص للحيوان، بل تأتي من كونها كذلك قادرة على استعادة نموها بعد قطعها (حشها) وارتفاع إنتاجها مع تعاقب مرات الحش كما في الفصة المعمرة. كما أن هناك مجموعة من الخصائص الثانوية لمحاصيل العلف مثل:

- استعمال الأعلاف كأسمدة خضراء لتحسين خواص التربة وزيادة خصوبتها, وذلك بعد قلبها في التربة وتحللها.
- تحمي الترب في المناطق ذات الهطول المطري العالي من الانجراف أو التعرية, وذلك لغزارة مجموعها الجذري .

• استعمالها في استصلاح الأراضي الملحية والرملية التي لا تجود فيها المحاصيل، وذلك لتحمل محاصيل العلف الكثير من الظروف القاسية كالعطش والملوحة وقلة خصوبة التربة .

• تؤدي دورا ًفي المحافظة على الحياة البرية الفطرية كنباتات تتغذى عليها كثير من الحيوانات .

• تحد من ضراوة الحشائش في المراعي والمزارع المتخصصة .

تتطلب مراقبة تغيرات محاصيل العلف على مساحات واسعة أخذ عدد كبير من القياسات خلال مراحل النمو المختلفة لتحديد الإنتاجية وتوقيت مرحلة الاستفادة القصوى من هذه المحاصيل, والتي تختلف فيما بينها في مرحلة النمو من حقل لآخر على امتداد المساحات المزروعة بالمحاصيل العلفية. إضافة إلى أهمية إجراء التحاليل, التي تتطلب أخذ عينات نباتية كثيرة وتحضيرها وتحليلها لتحديد القيمة الغذائية, بما يكون ضمناً من وقت وجهد وتكلفة وصعوبة الوصول أحياناً إلى كافة الحقول المزروعة بهذه المحاصيل.

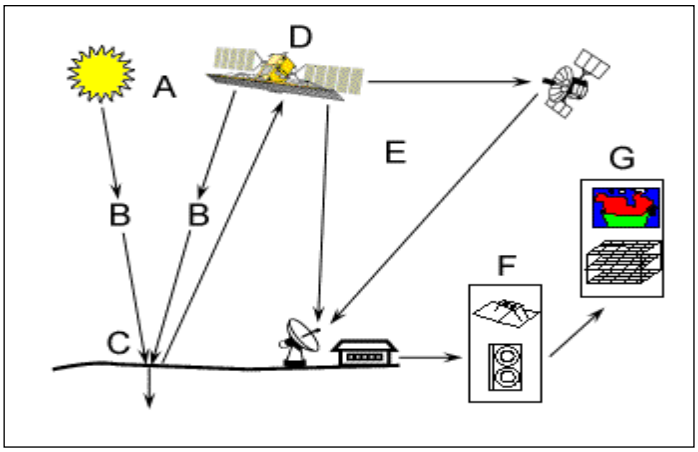
تستطيع تقنية الاستشعار عن بعد مراقبة تغيرات مكونات النمو وكميتها خلال موسم النمو, وبسهولة كبيرة على مساحات شاسعة وبدقة كبيرة، عدا عن كونها لا تحتاج إلى أخذ عينات وتحليلها. مما يُمكن من رصد هذه الصفات العلفية والخضرية بقليل من الوقت والجهد وبالسرعة الكلية .

الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد هو العلم الذي يتم من خلاله الحصول على معلومات عن جسم أو ظاهرة ما, دون تماس فيزيائي مباشر مع الهدف المدروس عن طريق دراسة الموجات الكهرومغناطيسية لهذا الهدف .

المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية

يعتمد الاستشعار عن بعد كعلم على التفاعل الحاصل بين الأشعة الساقطة (أشعة الشمس، أو أية أشعة أخرى) والأهداف المدروسة، ويمكن تقسيم العملية الاستشعارية إلى سبعة مراحل أساسية (الشكل 1) :



الشكل (1) مراحل العملية الاستشعارية

A - مصدر الطاقة أو الإضاءة

B - الأشعة والغلاف الجوي

C – التفاعل مع الهدف

D – تسجيل الأشعة المنعكسة من قبل الحساسات

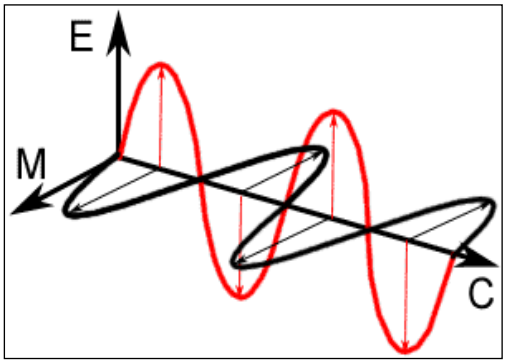
E – الإرسال والاستقبال والمعالجة

F – التحليل والتفسير

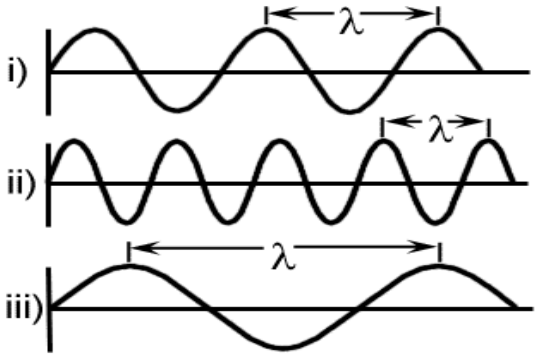
G – التطبيقات

الأشعة الكهرومغناطيسية:

تعتبر الأشعة الكهرومغناطيسية الأساس في العملية الاستشعارية كمصدر طاقة, وتمتاز بصفات أساسية ومحددة وتتصرف وفق أسس النظرية الموجية. وتتألف الأشعة الكهرومغناطيسية من حقل كهربائي (E) يعامد اتجاه انتقال الأشعة وحقل مغناطيسي (M) يصنع زاوية قائمة مع الحقل الكهربائي وكلا الحقلين ينتقلان معاً بسرعة الضوء (C) وفق النظرية الموجية (الشكل 2) .



الشكل (2) الأشعة الكهرومغناطيسية



الشكل (3) الطول الموجي والتردد

وللأشعة الكهرومغناطيسية خصائص فريدة ومتعددة وما يهم في مجال الاستشعار عن بعد خاصتين اثنتين هما طول الموجة والتردد (الشكل 3).

الطول الموجي للأشعة الكهرومغناطيسية

تتراوح أطوال الطيف الكهرومغناطيسي من الأمواج القصيرة جداً (كأشعة غاما والأشعة السينية) إلى الأشعة فائقة الطول (مثل الأمواج الميكروية والراديوية) (الشكل 4) . وسنذكر أهم المجالات :

المجال فوق البنفسجي (Ultraviolet) ويتراوح بين 10^{-9} إلى 10^{-5}

المجال المرئي (Visible)

يقسم المجال المرئي إلى الأقسام التالية :

البنفسجي : 400 – 446 نانومتر

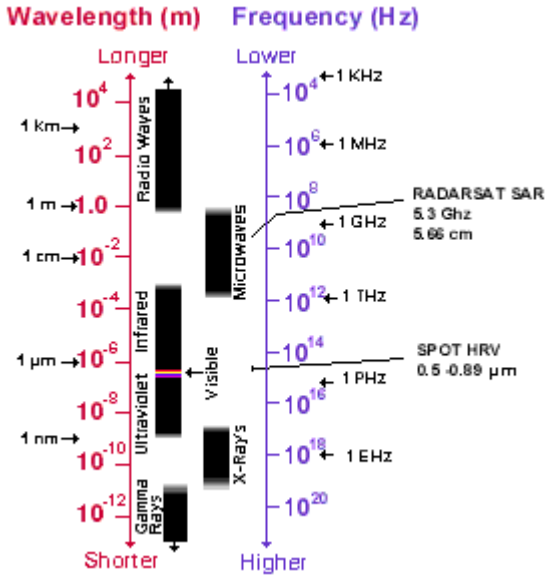
الأزرق : 446 – 500 نانومتر

الأخضر : 500 – 578 نانومتر

الأصفر : 578 – 592 نانومتر

البرتقالي : 592 – 620 نانومتر

الأحمر : 620 – 700 نانومتر



الشكل (4) الطيف الكهرومغنطيسي

المجال تحت الأحمر (Infrared)

هو المجال الواقع بين الطول الموجي 700 و1000 نانومتر، ويقسم المجال تحت الأحمر إلى نوعين حسب خصائص الأشعة في هذا المجال هما:

الأشعة تحت الحمراء المنعكسة: وهي الأشعة المنعكسة عن الأهداف الطبيعية وتستخدم بنفس طريقة استخدام الأشعة المرئية في تطبيقات الاستشعار عن بعد وهي تغطي المجال من 700 إلى 3000 نانومتر.

الأشعة تحت الحمراء الحرارية: وهي الأشعة التي تشعها الأجسام الطبيعية على شكل حرارة وبالتالي تختلف عن الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء المنعكسة وتغطي المجال من 3 إلى 100 ميكرومتر .

الأمواج الميكروية (Micro Waves) وتتراوح من ا ملم إلى 1 متر.

تردد للأشعة الكهرومغناطيسية

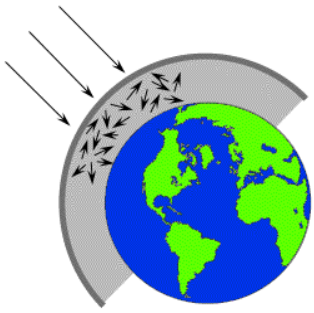
وهو عدد الأمواج في وحدة الزمن, وبالتالي يتناسب التردد عكساً مع الطول الموجي .

تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية

1– مع الغلاف الجوي : ويحدث ذلك من خلال خاصتين أساسيتين

الانتثار: يحدث الانتثار عندما تتواجد في الغلاف الجوي جزيئات صلبة أو جزيئات غازية ضخمة تؤدي إلى انحراف الأشعة عن مسارها الأصلي، (الشكل 5). تتعلق كمية الأشعة المنتثرة تحت تأثير الغلاف الجوي بعدة عوامل منها :

- كمية (غزارة) الجزيئات أو الغازات في الغلاف الجوي.
- المسافة التي تقطعها الأشعة ضمن الغلاف الجوي.
- طول موجة الأشعة التي تخترق الغلاف الجوي.



الشكل (5) الانتثار

الامتصاص : تقوم مكونات الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، ويعتبر الأوزون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء من أكثر العوامل امتصاصاً للأشعة في الغلاف الجوي .

تفاعل الأشعة مع الأهداف على سطح الأرض

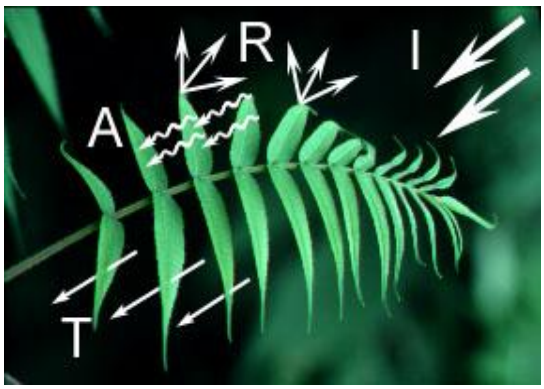
إن الأشعة التي لا تمتص من قبل الغلاف الجوي أو تنتثر فيه تصل إلى سطح الأرض, وهنا يمكن أن نميز ثلاث حالات من تفاعل الأشعة الساقطة مع الأجسام المنتشرة على سطح الأرض (الشكل 6).

الامتصاص (A) : حيث يقوم الهدف بامتصاص الأشعة إلى داخله.

النفاذ (T) : تنتقل الطاقة عبر الجسم.

الانعكاس (R) : عندما يقوم الهدف بعكس الأشعة إلى الغلاف الجوي

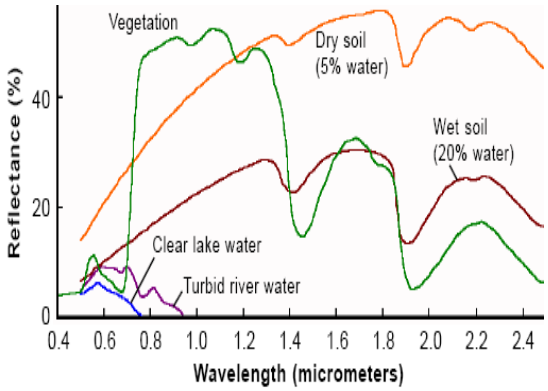
وفي حالة النبات يحدد تفاعل الأشعة مع مكونات الورقة النباتية معلومات هامة عن لون وحالة النبات, ويعتبر اليخضور من أهم مكونات الورقة النباتية, وهو يمتص الأشعة الحمراء والزرقاء ويعكس الخضراء منها بنسبة أعلى منهما, لذلك تبدو الأوراق خضراء اللون في فصل الصيف. بينما في الخريف تقل كمية اليخضور, فيعكس جزءا أكبر من اللون الأحمر, ولذلك تبدو الأوراق حمراء أو صفراء (لأن اللون الأصفر ينتج من تمازج اللونين الأحمر والأخضر) وبذلك يمكن التمييز بين النباتات السليمة والمصابة. إن رصد النباتات في المجال تحت الأحمر يظهرها بلون فاتح وذلك لأن الأوراق السليمة تعتبر عاكسا ممتازا لهذه الأشعة لذلك يستخدم العلماء هذه الأشعة لتحديد سلامة الغطاء النباتي (الشكل6).



الشكل (6) تفاعل الأشعة مع الغطاء النباتي و الورقة

الاستجابة الطيفية

إن طبيعة ظهور هدف ما يعتمد على صفات الهدف (طبيعة السطح، صفات فيزيائية، صفات كيميائية) وعلى طول الأشعة المستخدمة في المراقبة, وبالتالي تتمايز الأهداف المختلفة عن بعضها البعض بما يدعى الاستجابة الطيفية للهدف. يمكن مراقبة صفات كل هدف (الامتصاص، النفاذية، الانعكاس) عن طريق رصد خصائصه الانعكاسية على طول الطيف الكهرومغناطيسي وبالتالي يمكن استخدام الأشعة المنعكسة في تمييز الأهداف عن بعضها البعض بطبيعة ونوع وشدة الأشعة المنعكسة عنها, وكمثال يبين الشكل (7) الاستجابة الطيفية لعدة أهداف أرضية ضمن المجالين المرئي و تحت الأحمر القريب .



الشكل (7) الاستجابة الطيفية ضمن المجالين المرئي و تحت الأحمر القريب لعدة أهداف أرضية

الدراسة المرجعية

علاقة الصفات الخضرية والعلفية بمستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي

تتأثر الصفات الخضرية والعلفية بالمقومات الأساسية لنمو النبات كالتربة والعوامل الجوية والعوامل الزراعية كالتسميد والرّي .....

1 – الذرة الصفراء

أوضح Malett and Jager.,(1971) أن الإجهاد المائي لنبات الذرة الصفراء يقلل المساحة الورقية بمعدل 3.6% لكل يوم إجهاد . بيّن EL_Saidi *et al*.,(1979) أن غلة الذرة الصفراء ومكوناتها ترتبط بمعنوية مع التسميد الآزوتي 214 كغ/هـ ضمن كمية تزود مائي 6848 م^3/هـ كما أوضح Wordruff *et al*.,(1984) في تجربة لمستويات مختلفة من الرطوبة الأرضية (1, 0.7, 0.35)م ومستويات من التسميد الآزوتي (0 , 112 , 224) كغ/هـ بأن التفاعل بين السماد الآزوتي والتزود المائي مهماً في تحديد الإنتاجية الحبية في حين لم يكن له أهمية في تحديد الوزن الجاف .

وجد كل من(1977) ,.Bole and Freyman., (1975), El – Shakawy *et al*., (1976) , Gagro علاقة بين التسميد الآزوتي وبين دليل المساحة الورقية Koswara.,(1977),Ibrahim *et al*.,(1979) وطول النبات وقطر الساق, في حين لم يجد Salem *et al*.,(1982) علاقة تربط بين دليل المساحة الورقية والوزن الجاف و بين التسميد الآزوتي, وحصل كل من , Krishnamuthy *et al*.,(1974) Ellias *et al*., (1979) على علاقة غير معنوية بين دليل المساحة الورقية والوزن الجاف وارتفاع النبات وبين التسميد الآزوتي .

أفاد Shafshck *et al*.,(1981) أن نسبة البروتين الخام تزداد بتزايد كمية السماد الآزوتي حتى (190 كغ / هـ) في حين كانت حتى (214كغ/هـ) عند (EL-Hattab and Gheith., 1984).

وقد وجد Hane.,(1981) أن الذرة الربيعية بتسميد آزوتي 336 كغ/هـ أنتجت وزناً جافاً أكثر من الذرة الخريفية بتسميد آزوتي 252 كغ/هـ . أظهر العاني;(1983) أن إضافة السماد الآزوتي أدت إلى زيادة في المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء وذلك بزيادة عدد الأوراق فيها وزيادة المسطح الورقي كما أدت إلى زيادة في مكونات المادة الجافة. وأشار Boquet *et al*., (1985) إلى أن التسميد الآزوتي زاد من الوزن الرطب وغلة نباتات الذرة الصفراء في حين أن إضافة الماء زاد من طول النباتات بالإضافة لوزنها .

كما بيّن Stanchev and Ivanova.,(1985) بأن زيادة كمية مياه الرّي مع تناقص مستوى السماد الآزوتي يؤدي إلى انخفاض في كمية اليخضور في النباتات , و توصل إلى نتائج مماثلة كل من (Saad *et al*., (1981), Gangwar and Kalra., (1988 اللذان أفادا بأن أعلى كمية لليخضور تحققت عند كمية سماد آزوتي (119- 120كغ/هـ) في حين أفاد Taber., (1983) أن كمية السّماد المثلى هي (224كغ/هـ) .

وجد (1984),.Russell و(1986),.Milam and Hickingbottom بأن ارتفاع نباتات الذرة الصفراء لم يتأثر بمعنوية بإضافة السماد الآزوتي حتى 300كغ/هـ . أمّا (1987),.Panchanthan *et al* فقد وجد أن التفاعل بين السماد الآزوتي و التزود المائي مهم في إنتاجية الذرة الصفراء .

وجد (1987),.Prasad *et al* أن دليل مساحة الأوراق يتناقص مع تناقص كمية السماد الآزوتي في الذرة الصفراء. وبيّنت الدراسات التي أجراها (1998),.Farre أن الذرة المزروعة تحت ظروف الإجهاد المائي تبّكر في الإزهار ويتناقص دليل مساحة الأوراق فيها مع تناقص كمية مياه الرّي المضافة. كما أوضح (1988),.Hussanin and Rahman أن الإجهاد المائي خلال فترة النمو الخضري للذرة يؤدي إلى ضعف نمو الأوراق وبالتالي إلى النقص في المساحة الورقية .

أشارت بعض الدراسات (1992),.Schepers *et al* ; and (1988),.Wolfe *et al* أن محتوى النبات من اليخضور أبدى علاقة كبيرة مع التسميد الآزوتي وخاصة عند النقص في كمية السماد الآزوتي المضاف بشكل كبير. وأوضح جودة وجابر;(1997) بأنه لا يوجد عامل يسبب ضياعاً في الإنتاج بمقدار ما يسببه نقص الماء فيؤدي الإجهاد المائي الشديد إلى موت النباتات ولكن النقص في إنتاج النباتات المعرضة للإجهاد الرطوبي دون موتها هو الحالة المألوفة في غالبية البيئات ويعتبر توقف النمو في النبات هو الأكثر شيوعاً للإجهاد الرطوبي وتتميز هذه النباتات بنقص المساحة الورقية وبالتالي نقص في حجم مسطح التمثيل الضوئي إضافة لإغلاق المسام وقلّة امتصاص CO_2 وبالتالي إلى كتلة حيوية أصغر .

وبيّن (1992),.Schepers , (1988),.Wolfe أن التسميد الآزوتي هو المسؤول عن كمية اليخضور في نباتات الذرة الصفراء وعن اللون الأخضر للنبات وعليه فإن العلاقة بين اليخضور وبين التسميد الآزوتي قوية وخاصة في حال نقص كمية السماد الآزوتي .ويُحسّن إضافة الآزوت من دليل مساحة الأوراق في الذرة الصفراء (1993),.Connor كما يؤدي نقصه إلى النقص في نمو الورقة (1994) ,.Muchow.

أشارت الأبحاث التي أجراها (1997;1995),.Nagy أن الرّي يحسن من كفاءة التسميد الآزوتي, حيث وجد علاقة قوية بين الاستخدام الفعّال للأسمدة وكمية مياه الرّي المقدمة للنبات. وأظهر (1998),.Vittsenko أن التسميد الآزوتي للذرة الصفراء له تأثير قوي في إنتاج المادة الجافة .

أشار (1994) ,.Overman *et al* لعلاقة تربط بين الوزن الجاف وبين التسميد الآزوتي حتى (120 كغ/هـ) في الذرة الصفراء, بينما أوضح (1980),.Mahmoud *et al* أن زيادة السماد الآزوتي حتى (176كغ/هـ) أدّت لزيادة كمية الوزن الجاف بشكل معنوي, أما (1988),.Myers وجد أن أفضل إضافة للسماد الآزوتي بحيث تكون اقتصادية هي عند (110كغ/هـ), وبيّن (2000),.Chung *et al* أن التسميد الكافي للذرة الصفراء يساعد للوصول إلى إنتاجية عالية من الوزن الجاف. وجد (2001),.Khan *et al* أن المسطح الورقي للذرة الصفراء يتناقص مع تناقص كمية مياه الرّي. ووجد(2002),.Yordanow أنه عند انخفاض كمية مياه الرّي و رطوبة التربة يؤدي إلى تشويه الصّانعات الخضراء (Chlorophyll) في

النسيج المتوسط لأوراق النبات, كما يؤدي نقص الماء إلى توقف عملية التمثيل الضوئي في أوراق النبات نتيجة ارتفاع حمض الأبسيسيك مما يؤدي إلى انغلاق مسام الورقة. وتوصل لنفس النتيجة Boyer and Westgate.,(2004), وبيّن Passioura.,(2002) أن استطالة الخلايا من أكثر العمليات الفزيولوجية حساسية لنقص الماء فينتج عنها استطالة ورقية حساسة للإجهاد المائي, ممّا يؤدي لنقص في المساحة الورقية كونه الطريقة المفتاح لتعديل الاستهلاك المائي .

أفاد كوبرلو; (2008) بأن زيادة كمية الأسمدة الآزوتية من 80 كغ/هـ إلى (120 و 160) كغ/هـ في زراعة الذرة الصفراء أدّت إلى زيادة معنوية في إنتاج المادة الجافة بمعدل (9.63 , 23.01 , 30.69)% حيث تفوقت معاملة أعلى مستوى تسميد آزوتي وأعطت ما يقارب (32.971) طن/هـ في حين أعطت أدنى المعاملات تسميداً (25.228) طن/هـ ويعزى ذلك للأثر الإيجابي للآزوت في زيادة الحاصل الجاف للأوراق والسيقان. وأكد ذلك Cakir., (2004) حيث وجد أن نقص كمية مياه الرّي المعطاة لنبات الذرة الصفراء خلال مرحلة النمو الخضري والإزهار أدى إلى تقليل المسطح الورقي للنبات, ونقص في الوزن للمادة الجافة بنسبة (28 - 32)%. وأفاد رقية و آخرون ;(2004) أن الإجهاد المائي لنبات الذرة الصفراء يسرع من عملية شيخوخة الأوراق وبالتالي نقص دليل مساحة الأوراق لهذه النباتات .

كما أوضحت زينو وآخرون;(2007) تفوق بعض الطّرز الوراثية للذرة الصفراء بالمساحة الورقية عند مستوى رطوبة تربة 100 % و يليها المستوى 75, 50, 25 % على التوالي .

بيّن السّحيباني ;(2007) أن نسبة الرماد الخام في نباتات الذرة الصفراء تناقصت على الشكل (10.89 , 9.86 , 7.91)% مع التقدم بالعمر (60 , 75 , 90) يوم من الزراعة, كما تناقصت نسبة البروتين الخام من 12% إلى 6% (بينما زادت كمية البروتين من 0.17 إلى 0.55 طن/هـ) عند تأخير الحش من 60 يوم بعد الزراعة إلى 90 يوم بعد الزراعة .

2 - الشعير

أوضح مظهر وآخرون ;(1986) في تجارب على نباتات الشعير أن معاملة التسميد الآزوتي 80 كغ/هـ تفوقت على معاملة التسميد 0 كغ/هـ من حيث نسبة البروتين في النبات ككل وبلغ الفرق في نسبة البروتين الخام بين المستويين السابقين 4%, وكان قد توصل لنتائج مماثلة كل من العابدي وآخرون ;(1978) و Orphans and Krentos.,(1980), كما أدّت زيادة كمية السماد الآزوتي السابقة لانخفاض في نسبة الألياف الخام بنسبة 20% وأوضحوا سبب هذا التناقص بزيادة في كمية المادة الجافة بنسبة أكبر من زيادة كمية الألياف, وهذا ما اتفق مع Shchmidt and Tenpas.,(1965) بينما لم تظهر التجارب السابقة أي تأثير معنوي لزيادة السماد الآزوتي على نسبة الرماد الخام وذلك لعدم تأثر العناصر المعدنية المكونة للرماد بالسماد الآزوتي, واتفق ذلك مع Wilman *et al*.,(1982).

ووجد Jesten and Bent.,(1990) علاقة ارتباط قوية بين زيادة كمية الأسمدة الآزوتية وبين الوزن الرطب لنبات الشعير, كما وضعت عدة نماذج رياضية تربط بين كمية المياه المتوفرة للنبات وغلّة المحاصيل الزراعية ومحتواها من العناصر المعدنية من قبل كل من , Raddatz *et al*.,(1994) Febrero *et al*., (1994) , Radford and Wildermuth.,(1987) .

وأوضح Evans.,(1989) أن إنتاج النبات من المادة الجافة في المحاصيل العلفية يعتمد بشكل أساسي على كمية يخضور النبات والذي يرتبط بقوة مع عملية التمثيل الضوئي, وأفاد Simpson *et al*.,(1994) بأن إنتاج الشعير يتعلق بعدة عوامل كالتربة ومحتواها من العناصر المعدنية وخاصة الآزوت, حيث سُجّلت علاقة معنوية بين كمية الرّي المعطاة للشعير و الوزن الجاف(Abdulmonem *et al* .,1995).

ويعتبر نبات الشعير من النباتات المقاومة نسبياً للجفاف حيث يستطيع التأقلم مع هذه الظروف من انخفاض مستوى الرطوبة في التربة (Mishar *et al*., 2000).

وأوضح Sinebo.,(2002) أن عرض الورقة و ارتفاع النبات في الشعير يتفاعلان إيجابا مع الظروف البيئية وخاصة عندما تكون الرطوبة ضعيفة. كما أفاد رقية وآخرون ;(2004) أن نبات الشعير يستجيب للمعدلات العالية من التسميد الآزوتي وبشكل كبير في المناطق العالية الهطولات المطرية, ويكون الامتصاص عالياً لهذه الأسمدة في مرحلة التقصب.

وقد أفاد غروسنة ;(2005) بأن كمية المادة الجافة لنبات القمح قد ازدادت عند إضافة السماد الآزوتي .

وأكد كل من Vina and Gitelson.,(2005),Gitelson *et al*.,(2006) أن محتوى النبات من الآزوت وإنتاجيته من المادة الجافة ودليل مساحته الورقية يرتبط مباشرة باليخضور وبكميته في الأوراق النبات .

وبيّن Ardell *et al*.,(2007) أن زيادة التسميد الآزوتي لنباتات الشعير يزيد من إنتاج العلف الأخضر فعند زيادة كمية السماد الآزوتي على الشكل التالي (0 , 22 , 45 , 67 , 90 , 112) كغ /هـ ازدادت كمية الوزن الجاف للنباتات على الشكل (2469 , 2770 , 2872 , 3864 , 3764 , 4344) كغ /هـ .

أفاد Refay.,(2010) بوجود معنوية بين طول نباتات الشعير وقت الإزهار ووقت النضج وبين مستويات الرّي المختلفة المعطاة للنبات .

3 ـ الفصة

وجد Demarly.,(1975) أن المدّخرات الغذائية للفصة تزداد مع التقدم بالعمر. وأكّد فضيلة ;(1977) ذلك حيث بيّن الانخفاض في كمية البروتين الخام في الفصة ككل خلال مرحلة التبرعم و المراحل اللاحقة .

وجد البودي ;(2004) معنوية في إنتاج المادة الجافة بين حش نبات الفصة المعمرة في وقت مبكر ومتأخر, كما تزايدت نسبة الألياف الخام من (16.8)% إلى (25.1 , 32.5)% مع التقدم بالنمو, في حين أن كمية الآزوت الكلية في النبات ازدادت حتى مرحلة عمرية مبكرة لتعود وتتناقص في المراحل اللاحقة .

عزى علي والبودي ;(2002) التناقص في نسبة البروتين في نبات الفصة مع التقدم بعمر النبات بأن الأوراق السفلية في النبات تموت بفعل التظليل الحاصل من الأوراق العلوية في الكثافة النباتية للأعمار المتقدمة . كما أوضحت يوسف والبودي ;(2006) أن التقليل من ريّ الفصة أدّى لظهور دلالة إحصائية بين الفصة المروية والفصة المجهدة مائياً في دليل مساحة الأوراق , وقد انخفض الوزن الرطب بنسبة 41.5%, كما وانخفضت المدخرات الغذائية للنبات بسبب اصفرار أعضاء النبات وأوراقه والتهرم الحاصل في النبات ومجموعه الخضري وبالتالي انخفاض قيمته الغذائية .

وأوضح السّحيباني ;(2007) أن نسبة البروتين الخام تتغير تبعاً لعمر النبات, وبشكل عام تنخفض تدريجياً مع التقدم بالعمر, حيث أن نسبة البروتين في الفصة المعمرة عند حش النبات بطول 30سم كانت 18.6% وتناقصت مع التقدم بالعمر لتصبح 15% عند قطع النبات بطول 60 سم, أما كمية البروتين الكلي في الأعمار السابقة فكانت (0.885 و 1.628) طن/هـ للأطوال (30 و 60) سم على التوالي, وعزى ذلك لتزايد كمية المادة الجافة للنبات بنسبة أكبر من تزايد كمية البروتين. كما أوضح تزايد نسبة الألياف الخام للفصة المعمرة من 25.9% إلى (27.1 , 28.1 , 30.1)% للأطوال (30 , 40 , 50 , 60) سم على التوالي. وأفاد أيضاً أن نسبة البروتين في البرسيم الحجازي المقطوع قبل تكون البراعم الزهرية كانت 28.3% وانخفضت إلى 18.2% بعد الإزهار, في حين بلغت نسبة الألياف (22.7 , 34.2)% للمرحلتين السابقتين على التوالي. وفي نبات حشيشة السودان البقولية انخفضت نسبة الرماد الخام من 7.8% قبل ظهور النورات إلى 6.5% في مرحلة النضج التام.

علاقة المؤشرات الطيفية بالصفات الخضرية و العلفية

لقد ساهمت الدراسات الفسيولوجية – الطيفية الشاملة للأوراق النباتية المستقلة في فهم العمليات المتداخلة على مستوى النبات ككل, فبالرغم من أن تفاعل الطاقة الإلكترومغناطيسية مع الأوراق الفردية عملية معقدة فقد أمكن اعتبار مجموعة الأوراق النباتية كمنظومة واحدة (1983),.Colwell. وقد وجد أن هناك ارتباطات طيفية في مجالات محددة مع صفات نباتية معينة على مستوى النبات ككل .

1- محتوى النبات من الكلوروفيل

توصل (1974),.Colwell ; (1978 ; 1977),.Tucker *et al* إلى أن الانعكاس في المجال (630-690) نانومتر ذو علاقة عكسية مع كمية الكلوروفيل في أوراق النبات واستخدام الأشعة الممتصة ضمن المجال السابق في عملية التمثيل الضوئي .

وجد (1975 ; 1973),.Tucker *et al* أن المجال الطيفي (450) نانومتر و (680) نانومتر كانا أكثر حساسية من المجال (550) نانومتر لتغيرات محتوى الكلوروفيل في الأعشاب القصيرة .

أما (1972),.Thomas *et al* فقد وجد أن الانعكاس في المجال المرئي ضمن البصمة الطيفية ويتأثر بشكل أساسي بصبغة الكلوروفيل وأن الانعكاس الطيفي عند أوراق النبات في المجال (550) نانومتر

يعتمد على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي . كما يعود انخفاض قيمة الانعكاس في المجال (λ675) إلى حساسيته لتغيرات وزيادة الكلوروفيل في النبات.

تنتج العلاقة بين الطول الموجي (0.63 - 0.69) مكرون والكتلة الحيوية الخضراء عن امتصاص طيفي قوي للإشعاع الشمسي وفق هذا الطول الموجي من قبل الكلوروفيل (Tucker., 1979)، إذ أن الإشعاع (0.63 - 0.69) مكرون يتناسب عكساً مع كمية الكلوروفيل المتواجدة في النبات ومع حساسية اللون الأخضر وتواجد الحياة النباتية الفعالة في التمثيل الضوئي, وبالتالي فإن العلاقة عكسية بين اليخضور في المظلة النباتية plant canopy وكمية الانعكاس في المجال الطيفي 0.63-0.69 ميكرومتر,وهذا المجال الطيفي حساس للكم الخضري النباتي الفعال في التمثيل الضوئي (Tucker.,1979). حيث تتمثل الأشعة تحت الحمراء بالكتلة الحيوية الخضراء green biomass بمنحنى عكسي غير خطي (Tucker.,1979), بينما تصبح العلاقة ذات منحنى طردي غير خطي مع الأشعة تحت الحمراء القريبة near infrared (Tucker.,1979) ; (Li.,2001) .

وجد Horler *et al*., (1980) علاقة ارتباط قوية ما بين محتوى النبات من الكلوروفيل والمجال الأحمر في بعض النباتات مثل القمح (R=0.92) و الذرة الصفراء (R= 0.84) .

بينما وجد Schepers *et al*.,(1992) أن المجال الأخضر ذو علاقة أقوى من المجال الأحمر مع محتوى النبات من الكلوروفيل في نباتات الذرة الصفراء.

استخدم Ajai *et al*., (1983) جهاز الراديومتر لقياس الانعكاسية الطيفية عن المظلة النباتية للمحاصيل وتوصل إلى علاقة ارتباط معنوية بين محتوى النبات من الكلوروفيل وبين الأدلة الطيفية R و IR .

ميّز Inada *et al*., (1985) مجالين هما المجال (500- 600) نانومتر والمجال (800) نانومتر ووجد علاقة ارتباط قوية بين الدليلين (λ500 - λ800) و (λ500/λ800) وبين محتوى النبات من الكلوروفيل من نباتات الشعير, كما وجد أن المجال (550) نانومتر حساس جداً لمحتوى الكلوروفيل في حين أن المجال (750-1050) نانومتر أو المجال تحت الأحمر القريب كان أقل حساسية، كما وجدت علاقة ارتباط معنوية بين الدليل NIR/RED في نباتات الذرة الصفراء .

بيّن Curran *et al*.,(1990 ; 1991) في دراسة أجراها على المستويات المختلفة من المظلة النباتية علاقة خطية بين المجال الأحمر ومحتوى النبات من الكلوروفيل .

ووجد Jacquemoud *et al*.,(1990) أنه في حالة أن محتوى الكلوروفيل في النبات ضئيل فإن الانعكاس الطيفي يتأثر في المجال (λ675) أكثر من غيره، بينما في حال وجود الكلوروفيل بشكل معتدل أو كبير في أوراق النبات فيكون تأثير المجال (λ550) أكثر من بقية المجالات الطيفي .

ووجد Ma *et al*.,(1996) علاقة ارتباط سلبية وقوية بين القناة الطيفية (600) نانومتر ومحتوى الكلوروفيل بلغت بين (0.52 و 0.95) بينما كانت علاقة الكلوروفيل مع القناة (800) نانومتر موجبة .

أما Blackmer *et al*.,(1996) فقد أوضح أن أكثر المجالات حساسية لمحتوى النبات من الآزوت في الذرة الصفراء كانت المجال (550) نانومتر ثم المجال (710) نانومتر .

واستنتج Bausch and Duck.,(1996) أن دليل إنعكاس الآزوت Near Infrared Index (NRI) ذو علاقة ارتباط قوية (0.81) مع محتوى النبات من الكلوروفيل في مرحلة النمو الرابعة في الذرة الصفراء . في حين أن Osborne *et al*.,(2002) وجدوا علاقة قوية بين قيم الانعكاس في المجال الأخضر (510) نانومتر وفي المجال تحت الأحمر (705) نانومتر وفي المجال تحت الأحمر البعيد (1135) نانومتر في الذرة الصفراء وبين محتوى النبات من الكلوروفيل وصلت إلى 0.8 خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة ظهور النورات.

توصل Fridgen *et al*.,(2004) إلى أن أقل كمية انعكاس عن القطن كانت في المجال الأحمر(650-690) نانومتر وفي المجال الأزرق من (400-500) نانومتر وذلك بنسبة امتصاص الكلوروفيل لهذين المجالين في عملية التمثيل الضوئي. وأجر Ibrahem *et al*.,(2003) قياسات للانعكاس الطيفي على محصول القطن في المجالات الطيفية (0.45 - 0.50) و(0.52 - 0.6) و(0.63 - 0.79) و (0.76 - 0.9) فوجدوا علاقة سلبية و قوية بين الكلوروفيل وخاصة مع المجال (0.52 – 0.6) ميكرومتر.

أوضح Schlemmer *et al*., (2005) بأنه يوجد علاقة ارتباط قوية بين دليل الغطاء النباتي الـ NDVI ومحتوى أوراق نبات الذرة الصفراء من الآزوت كما بينوا وجود علاقة ارتباط أيضاً بين كمية اليخضور وبين المجال الطيفي (600 – 680) نانومتر .

2 - الكتلة الحية

وجد Thomas *et al*., (1967) أن الانعكاس الطيفي عن محصول القطن يتأثر بشدة بكمية الكتلة الحية ونسبة التغطية النباتية للأرض. في حين أفاد Vonsteen *et al*.,(1969) بأنه يوجد علاقة قوية خلال مرحلة ما قبل الحصاد ما بين المجال تحت الأحمر القريب وبين المتغيرات النباتية (الكتلة الحية - الوزن الجاف - طول النبات - عدد النباتات في وحدة المساحة - نسبة التغطية الأرضية) .

وأوضح Pearson *et al*.,(1976) أنه يمكن تقدير الكتلة الحية الخضراء للنبات بواسطة قياس الانعكاس الطيفي عنه. وجد Tucker *et al*.,(1979) و Colwell *et al*.,(1983) أن المجال الأحمر(630-700) نانومتر وتحت الأحمر(750-1000) نانومتر هما المجالين المفضلين لتقدير الوزن الرطب و الكتلة الحية للنبات. بشكل عام تستخدم الأطوال الموجية لنطاق الأشعة الحمراء (0.63-0.70) ميكرومتر و الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.75-1) ميكرومتر في تقدير الكتلة الحيوية (Tucker.,1979).

وجد Daughtry.,(1980) بأن العلاقة بين نباتات الانعكاس الطيفي في القمر الصناعي لاندسات في المجال الراديومتري 350-2500 مع بعض الصفات الزراعية لنبات القمح مثل الكتلة الحية- الوزن الجاف قوية جداً مع المجال المرئي . وأكد Tucker *et al*.,(1981) و Aase and Siddoway.,(1981) بأن

هنـاك علاقـة خطيـة قويـة مـا بـين الأشـعة تحـت الحمـراء والـدليل النبـاتي الـ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) مع الكتلة الحية خلال مراحل النمو المتلاحقة .

اقتـرح Ajai *et al*.,(1983) علاقـة معنويـة بـين الكتلـة الحيـة والمجـالين الأحمـر وتحـت الأحمـر والـ NDVI. وأضـاف Colwell.,(1983) و Bausch and Duke.,(1996) فـي أن النطـاق المـوجي للأشعة تحت الحمراء القريبة من أفضل النطاقات الطيفية في تمييز النباتـات عـن بعضـها وتحديـد حالتهـا, عدا عن مقدرتها في تقدير الكم الخضري .

وجد Ahlrichs *et al*., (1983) في تجربة على القمح أن الكتلة الحية للنبات ذو علاقة قوية ومعنوية مع الانعكاس الطيفي في المجال الأخضر والمجال تحت الأحمر المتوسط بالمقارنة مع المجال الأحمر، ولكـن على كل الأحوال كان الانعكاس الطيفي عن نبات القمح في المجالات السابقة حساس جداً للتغيرات الطارئة على الوزن الرطب والوزن الجاف .كما وجد Neal and Bauch.,(1983) أن الكتلة الحيـة تـرتبط بقـوة مع المجالين الأحمر وتحت الأحمر في حين أن Sellers *et al*.,(1985) أكـدوا أن NIR/RED ضـعيف الارتباط بالكتلة الحية.كما أظهر Geberman *et al*.,(1984) وجود علاقة قوية ما بـين المجـال الطيفـي (1.00 – 1.75) ميكرومتر و(2.1-2.3) ميكرومتر(مجالات تحت الأحمر المتوسطة) وبين الكتلة الحية للنبات .وبيّن Gallo and Flesch.,(1989) أن الـ NDVI يمكنه التنبؤ بالتغيرات الحاصلة في إنتاج الكتلة الخضراء أو الوزن الرطب للنبات في مراحل مبكرة من موسم النمو وحتى المراحل المتقدمة .

وجد Lee *et al*.,(1990) علاقة ارتباط قوية بين الوزن الجاف الكلي للنبـات والـدليل النبـاتي IR/RED تختلف حسب مرحلة النمو. وأجـرى Perumal *et al*.,(1999) قياسـات للانعكـاس الطيفـي عـن المظلـة النباتية في محصول القطن في مرحلة التطور للبراعم واستنتج وجود علاقة موجبة بين المجالين الأحمر و تحت الأحمر و بين الوزن الجاف للنباتات .

وجد Hamdi *et al*.,(1991) علاقة بين المجال المرئي الأخضر(500- 600) نانومتر والأحمر (600-700) نانومتر وتحت الأحمر (700-1100) نانومتر وما بين الصفات النباتية المختلفة مثل الوزن الرطب والكتلة الحية الخضراء وارتفاع النبات . بينما وجد Wiegand *et al*.,(1979) بدراسة على المحاصـيل باستخدام الماسح الضوئي المتعدد القنوات والصور الفضـائية أن المجـالات الطيفيـة (500-600) (600-700) (700-800) (800-1100) ذات علاقة قوية ومعنوية مع الكتلة الحية الخضراء للنباتات.

استطاع Das *et al*.,(1993) تقدير الوزن الجاف لنبـات القمـح مـن الأدلـة النباتيـة الطيفيـة IR/RED و NDVI و TVI و GN حيث ارتبطت هذه الأدلة النباتية بعلاقة قوية موجبة مع الوزن الجاف وخاصة في مراحل الإزهار والطور اللبني لنبات القمح . واستخدم Bellairs *et al*.,(1996) بيانات الانعكاس الطيفي لتقدير الوزن الرطب لنبات القمح في مراحل مختلفة من نمو النبات ووجـد علاقـة قويـة بـين هـذه البيانـات وخاصة دليل الغطاء النباتي NDVI مع الكتلة الحية .

أوضح (1994),*et al*.Thenkabail وجود علاقة ارتباط بين المتغيرات النباتية (دليل مساحة الأوراق , الوزن الرطب , الوزن الجاف) والأدلة النباتية المختلفة .وبيّن (1996),*et al*.Gilabert بأن هناك علاقة ارتباط قوية ومعنوية بين بيانات الانعكاس الطيفي وبين الكتلة الحية خلال أطوار النمو الفينولوجية لمحصول الذرة الصفراء. كما اقترح (1999),*et al*.Thenkabail علاقة بين الوزن الرطب والانعكاس الطيفي ووجد علاقة ارتباط قوية سلبية بلغت (R=0.41) بين الوزن الرطب والمجال الطيفي (λ682) في حين كانت العلاقة موجبة مع المجال الطيفي (λ740) متفقاً بذلك مع (Ibrahem *et al*.,2003).

تؤثر المتغيرات النباتية (دليل مساحة الأوراق و الكتلة الحية) على المعلومات الطيفية للنطاقين (TM4,TM3) في الماسح الغرضي Thematic- Mapper (Neale and Bausch.,1983) .

يرتبط دليل تسوية التباين النباتي (NDVI) إيجابا بكل من المحتوى الآزوتي المتاح في التربة وإنتاجية المادة الجافة ودليل مساحة الأوراق (Buscaglia *et al*.,1999) .

كما أكّد (2001a,b),.Li بأن انعكاس نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (797- 829) نانومتر يرتبط أسياً مع الكتلة الحيوية الطرية للنبات, حيث يزداد انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة بشكل متسارع مع ازدياد الكتلة الحيوية الطرية للنبات في المراحل الخضرية المبكرة عن المتأخرة في موسم النمو .

وجد (2002) ,.Osborn *et al* أن أفضل تقدير لكمية الوزن الرطب لمحصول الذرة الصفراء في مراحل النمو المتلاحقة كانت في المجالات الطيفية الضيقة وهي (505 - 515 - 545 - 1455 - 2045 - 2180 - 2190) و بلغ الارتباط درجة المعنوية (0.94). ووجد (2005) ,.AL-Khaled *et al* ارتباط موجب ومعنوي بين متوسط قيم الانعكاسات في مجال الأشعة تحت الحمراء (0.76-0.90) نانومتر المستخدمة في القمر الصناعي الأمريكي لاندسات وكل من دليل مساحة الأوراق والوزن الرطب لنبات الذرة خلال مراحل حياة النبات وفي نفس الدراسة كانت قيم الـ NDVI منخفضة في بداية موسم النمو وترتفع مع تقدم النبات بالعمر ووصوله إلى ذروة الوزن الرطب و دليل مساحة الأوراق لتنخفض بعدها مع اتجاه النبات للنضج.

3- دليل مساحة الأوراق

هناك عدة دراسات أجريت لاستقصاء العلاقة بين دليل مساحة الأوراق والانعكاس الطيفي فأجريت القياسات الطيفية من المناطيد أو بواسطة مستشعرات الأقمار الصناعية أو الراديومتر إذ كان الدليل السابق مؤشراً جيداً من أجل تقدير الإنتاجية.فوجد (1972),*et al*.Stoner علاقة بين الدليل وبين المجال المرئي (610-700) نانومتر والمجال تحت الأحمر (1000-1400) نانومتر في نباتات الذرة الصفراء. ودرس (1974),*et al*.Wiegand العلاقة بين دليل مساحة الأوراق والاستجابة الطيفية في حقول القطن واستقصى علاقة ارتباط عالية وصلت إلى (R=0.82) مع المجال تحت الأحمر، كما أن الدليل RED/NIR هو دليل تطبيقي لتقدير نسبة التغطية النباتية

وجد Wiegand *et al*., (1974) بأن الـ LAI لثلاثة حقول من الذرة وعشرة حقول لنبات الذرة البيضاء كانت مرتبطة بقوة مع الاستجابة الطيفية في المجال تحت الأحمر ووصلت علاقة الارتباط إلى 0.84 , كما وجد أن LAI وعدد النباتات بوحدة المساحة وارتفاع النبات ونسبة التغطية النباتية هي العوامل الأساسية المتغيرة والمؤثرة في الانعكاس الطيفي وخاصة في المجالين الأحمر وتحت الأحمر، كما أوضحوا أن الدليل RED/NIR هي من المؤشرات الجيدة لمعرفة نسبة التغطية النباتية.

وجد Ajai *et al*., (1983) علاقة ارتباط معنوية بين بيانات الانعكاس الطيفي في المجال الأحمر وتحت الأحمر والدليل النباتي الـ NDVI مع دليل مساحة الأوراق مستخدماً الراديومتر المحمول .

وأفاد Neal and Bauch., (1983) بأن نسبة التغطية النباتية مرتبطة ارتباطاً قوياً بالمجالين الأحمر وتحت الأحمر القريب، كما كانت هناك علاقة بين دليل مساحة الأوراق وبين الأدلة النباتية في نباتات الذرة الصفراء.وجد Sellers *et al*., (1985) أن الدليل NIR/RED هو مؤشر غير قوي لدليل مساحة الأوراق. وأكد ذلك Daughtry *et al*., (1986) حيث أفادوا بأن دليل المساحة الورقية له دور قوي في امتصاص الأشعة الطيفية الساقطة في نباتات الذرة الصفراء .

أوضح Daughtry *et al*., (1980) وجود علاقة عكسية بين دليل المساحة الورقية والمجال الأحمر من (600-700) نانومتر فعندما يزيد دليل المساحة الورقية تتناقص قيمة الانعكاس في المجال السابق بعلاقة غير خطية، كما أن الدليل السابق يرتبط بقوة مع المجال الأحمر وذلك من خلال تجربة أجراها على الذرة الصفراء وتوصل لنفس النتيجة على فول الصويا .

وجد Das *et al*.,(1993) علاقة موجبة قوية ما بين دليل المساحة الورقية والأدلة النباتية الطيفية IR/RED و NDVI و GN حيث أن الدليل الأخير أعطى توقع عالي لدليل مساحة الأوراق في مرحلتي الإزهار والنضج اللبني لنبات القمح. واستنتج Ahlrichs *et al*., (1983) علاقة قوية ما بين دليل مساحة الأوراق والمجال تحت الأحمر القريب (760-900) نانومتر، كما كان المجال تحت الأحمر هذا حساس جداً حتى بلوغ القيمة (3) لتقل الحساسية بعدها, كما كان المجالين (690) نانومتر و(450-520) نانومتر هما المجالين الحساسين للدليل حتى القيمة (2) و(520-600) نانومتر و(1550-1750) نانومتر و(2080-2350) نانومتر للدليل حتى القيمة (1) وكانت حساسية المجالات السابقة للدليل أقل من حساسيتها لمحتوى النبات في الكلوروفيل والكتلة الحية مقارنة مع IR أعلى .

واستنتج Lee *et al*., (1990) , Saxena *et al*., (1991) علاقة خطية موجبة بين دليل مساحة الأوراق والدليل NIR/RED. في حين أن Hattappa *et al*., (1993) توصل لعلاقة عكسية خطية بين دليل مساحة الأوراق والمجال الطيفي (640λ) نانومتر بينما كانت موجبة مع المجال (900λ) في نبات الذرة البيضاء.ووجد Thenkabail *et al*., (1994) علاقة جيدة بين الاستجابة الطيفية لنبات الذرة والـ LAI وتوصل لذات النتيجة Gilabert *et al*., (1996) خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء .

قدّر(1995),.Price and Bausch دليل مساحة الأوراق من نباتات الانعكاس الطيفي في المجال المرئي والمجال تحت الأحمر. وفي سوريا (1994) ,.Thenkabail *et al* أثبت تغير علاقة الارتباط بين دليل مساحة الأوراق مع المجال الطيفي (λ682) من علاقة سلبية قوية إلى موجبة قوية مع المجال الطيفي (λ740). ووجد (1996),.Lee *et al* علاقة خطية بين الدليل (760-900) /(630-690) ودليل مساحة الأوراق في فول الصويا. وكانت الأدلة النباتية حساسة لتغيرات دليل مساحة الأوراق في نباتات الفصة المعمرة كما كانت العلاقة خطية بين الـ NDVI و LAI (Walter *et al*.,1997).

ووجد (1999) ,.Perumall *et al* علاقة موجبة بين الانعكاس الطيفي في المجال تحت الأحمر والأحمر ودليل المساحة الورقية ضمن مرحلة تشكل الجوزات في محصول القطن. وفي دراسة لمعرفة العلاقة بين الانعكاس الطيفي ودليل المساحة الورقية للمحاصيل الصيفية وجد (1999) ,.Thenkabail *et al* أن معامل الارتباط لمحصول القطن وصل إلى قيمة سلبية عظمى (-0.75) بين المجال الأحمر والـ LAI .

وأفاد (2003) ,.Ibrahem *et al* بعلاقة بين دليل المساحة الورقية في محصول القطن وبين الانعكاس الطيفي في المجال المرئي والمجال تحت الأحمر و الأدلة النباتية . كما أوضح (1978) ,.Bunnik *et al* بأن هناك بعض المتغيرات الهامة في النبات التي تؤثر على الانعكاس مثل دليل المساحة الورقية وترتيب أوراق النبات ونسبة التغطية النباتية.

4-المحتوى المائي للنبات

وجد (1971) ,.Carlson *et al* أن الانعكاس عن أوراق نباتات الذرة كان مرتبطاً بشدة مع المحتوى المائي وخاصة في المجالين (1450-1950) نانومتر بينما كانت في المجال (1100 و 2200) نانومتر بشدة اقل . ووجد (1980),.Daughtry *et al* في دراسة على المستشعر لاندسات أن المحتوى المائي في النبات يرتبط بشدة مع المجال المرئي في نبات القمح .

أفاد (1983) ,.Ahlrichs *et al* أن المحتوى المائي للنبات يرتبط بشدة مع مجال الأشعة تحت الحمراء المتوسطة والتي بدورها ترتبط بشدة مع الوزن الرطب .

5-مراحل تطور النبات

أوضح (1989) ,.Salaymeh *et al* في تجربة أجراها على المحاصيل في المنطقة الشمالية والشرقية من سوريا, أن تقنيات الاستشعار عن بعد والانعكاس الطيفي يمكن استخدامها لمراقبة مراحل تطور المحاصيل حيث أن نباتات الانعكاس عند المحصول الواحد تختلف باختلاف مرحلة تطوره، بالإضافة إلى المجال الطيفي المستخدم .

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة العلاقة بين قيم الإنعكاس الطيفي ضمن المدى الموجي 350-2500 نانومتر وشواهد النمو النباتي التقليدية لبعض المحاصيل المستخدمة في تغذية الحيوان (الذرة الصفراء , الشعير , الفصة المعمرة) المأخوذة كمعيار في تحديد قيمة الصفات الخضرية والعلفية (كالكتلة الحية والمادة الجافة ودليل المساحة الورقية وتركيز اليخضور ونسبة كل من البروتين والرماد والألياف الخام) وذلك لتحديد القنوات الطيفية و/أو الأدلة النباتية ذات العلاقة في رصد هذه الصفات تحت تأثير المتغيرات والمتطلبات البيئية من خصوبة تربة متمثلة بعامل التسميد الآزوتي والتزود المائي متمثلاً بعامل الرّي ومن ثم بيان العلاقة القائمة بين هذه القيم الطيفية والصفات العلفية السابقة بحيث تمكن من تحديد قيمة الصفات الخضرية والعلفية المحصولية خلال مراحل النمو المختلفة دون الحاجة إلى عمليات تقليدية من حش ووزن وتحليل ولعينات كثيرة وذلك باستنباط علاقة قيمة الإنتاجية العلفية المحصولية من البيانات الطيفية وعلى كامل المساحات الخضرية .

مواد وطرائق البحث

1) المحصول : استخدمت المحاصيل التالية :

- الذرة الصفراء Corn(*Zea Mays.L*) من نباتات العائلة النجيلية *Gramineae* الصنف غوطة 82.
- الشعير Barley (*Hordeum ssp*.) من نباتات العائلة النجيلية *Gramineae* الصنف عربي أبيض.
- الفصة alfalfa (*Mediacago Sativa . L*) من نباتات العائلة البقولية *Fabeacea* الصنف الفصة المعمرة .

2) عوامل الدراسة : أ - الرّي : تم ري النباتات على ثلاث مستويات كان المستوى الأول يغطي كامل احتياجات النبات 100% والثاني 50 % والثالث 25 % من الكمية الموصى بها, حيث أن احتياج الذرة الصفراء من مياه الرّي هو (6991 م3/هـ) ونباتات الشعير (1073 م3/هـ) والفصة (14175 م3/هـ) (جدول الاحتياج المائي الصادر عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي; 2006) .

ب - التسميد الآزوتي : تم التسميد الآزوتي للنباتات على ثلاث مستويات الأول يغطي كامل احتياجات النبات 100% والثاني 50 % والثالث 0% من الكمية الموصى بها, حيث أن احتياج الذرة الصفراء (120وحدة سمادية/هـ) ونباتات الشعير من السماد الآزوتي هو(85 وحدة سمادية/هـ) والفصة (23 وحدة سمادية/هـ) (جدول الاحتياج السمادي الصادر عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ;2006).

ج - المكررات : عبارة عن أربع مكررات لكل قطعة تجريبية لكل من محصولي الذرة الصفراء والشعير وثلاثة مكررات لنبات الفصة المعمرة .

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لكل محصول لعاملي الدراسة بثلاث مستويات لكل منها .

3) مكان الدراسة: زرع محصولي الشعير والذرة الصفراء في حقل زراعي ضمن حرم الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بينما زرع محصول الفصة في حقل زراعي قرب محطة البحوث الزراعية في محافظة الرقة, حيث زرع كل محصول حسب عاملي الرّي والتسميد في 36 قطعة تجريبية بمساحة 16 $م^2$ للقطعة التجريبية الواحدة, تمت عمليتي الفلاحة والفرامة لها, ومسمدة التسميد الأساسي بالفوسفات والبوتاس والسماد العضوي (جدول الاحتياج الصادر عن وزارة الزراعة النشرة الإرشادية لاحتياجات المحاصيل; 2006) .

4) تاريخ و طريقة الزراعة : تمت الزراعة للذرة الصفراء بتاريخ (20- 06 - 2009) على سطور بأبعاد 35 سم بين السطور و20سم بين النباتات بحيث تم زراعة نباتين في الحفرة الواحدة وللشعير بتاريخ (20-01-2009) بطريقة النثر, والفصة بتاريخ (01-11-2008) بطريقة النثر أيضاً.

منهجية البحث

تتمثل في طبيعة أخذ البيانات ثم تسجيلها وتبويبها ومعالجتها وتصنيفها وبعد ذلك تحليلها وإصدار النتائج وفق المخطط النهجي الموضح في بداية البحث.

أولاً - تسجيل القراءات : بدأ أخذ القراءات الطيفية والعلفية بشكل متزامن بعد 20 يوم من تاريخ الزراعة وبفاصل زمني يتراوح من 7 – 15 يوم .

أ - تسجيل القراءات الخضرية و العلفية :

تم أخذ العينات من كل قطعة تجريبية على حدى وفق التواريخ المحددة سابقاً خلال مراحل النمو من مساحة عينة 700 سم^2 تمثل نباتين لمحصول الذرة الصفراء و(625 سم^2) لمحصول الشعير و(1م^2) لمحصول الفصة, وسُجّلت البيانات التالية :

1- الوزن الرطب FW (Fresh weight) خلال المراحل بعد الحش مباشرة بواسطة ميزان حقلي .

2- الوزن الجاف DW (Dry weight) باستخدام المجفف على مرحلتين الأولى على حرارة 60 مْ لمدة ساعة والثانية على حرارة 105 مْ لمدة 3 ساعات .

3- مساحة الأوراق الخضراء LA (Leaf Area) بواسطة جهاز قياس مساحة الأوراق LI-3000C خلال مراحل النمو كافة ثم يحسب دليل مساحة الأوراق LAI (Leaf Area Index).

4- كلوروفيل أوراق النبات Ch (Chlorophyll) بواسطة جهاز قياس الكلوروفيل (CCM 200) بواحدة الـ CCI والتي يمكن تحويلها إلى ما يعادلها بالـ ملغ/سم^2 مساحة ورقية وفق المعادلة التالية .

$$\text{Chlorophyll} \quad Mg/cm^2 = -6.68E\text{-}05+6.41E\text{-}04(CCI)-9.54E\text{-}06(CCI)^2$$

5- نسبة الرماد ASH باستخدام المرمدة على حرارة550 مْ لمدة 3 ساعات .

6- نسبة البروتين CP (Crud Protein) باستخدام جهاز كلداهل لتقدير الآزوت .

7- نسبة الألياف CF (Crud Fiber) باستخدام جهاز هضم الألياف .

ب - تسجيل القراءات الطيفية ومعالجة البيانات

تم تسجيل القراءات الراديومترية بواسطة جهاز سبيكترورراديومتر المحمول حقلياً FieldSpecPro إذ يقوم الجزء المستشعر فيه بتسجيل كل الانعكاسات الطيفية بأطوال موجية من 350 إلى 2500 نانومتر بفاصل طيفي 1 نانومتر من مساحة مستهدفة حسب ارتفاع الجزء المستشعر عن النباتات وفق زاوية مسح قدرها 25 وبالتالي تم تثبيت الارتفاع عن قمة النبات خلال جميع مراحل النمو حوالي 1.75 m وبالتالي المساحة الممسوحة طيفياً كانت حوالي عن cm^2 5000 خلال جميع المراحل . يتم تسجيل القراءات أليا

وفق برنامج (RS3) المزود به الجهاز, حيث يتم اخذ معايرة على لوحة بيضاء معيارية تحقق انعكاسية تامة للأشعة الشمسية ثم قراءة المساحة الخضرية النباتية المستهدفة.

ثانياً – معالجة البيانات الطيفية

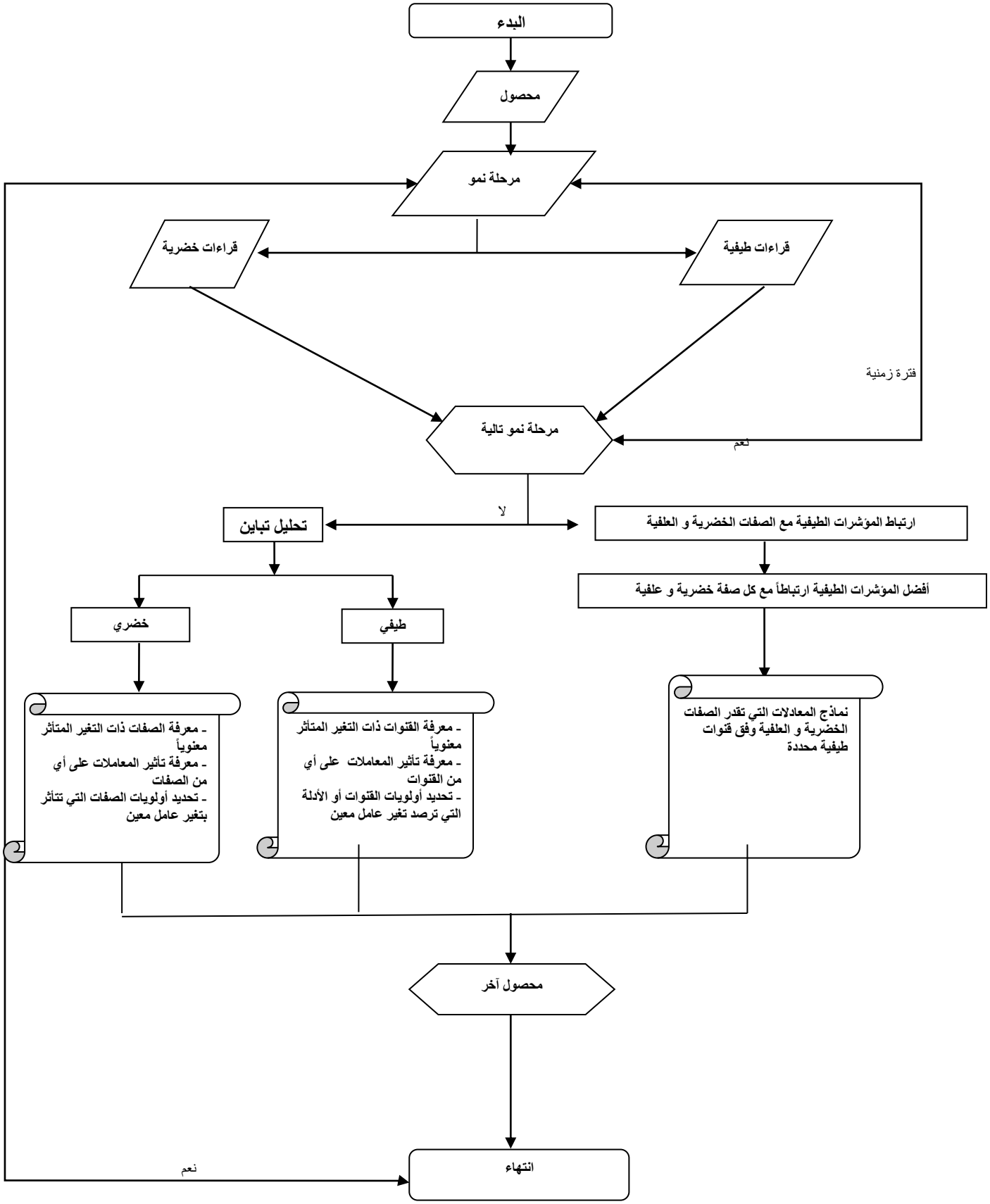
1) تحفظ البيانات لكل قراءة في ملف بيانات على هيئة Rad.
2) يتم تحويل الملفات السابقة إلى صيغة Dat .
3) يتم عرض وتحويل هذه الملفات ببرنامج (ViewSpecPro) إلى ملفات اكسل Excel .
4) تحديد أي القنوات الطيفية من بين (2150) قناة ممتدة من 350 -2500 نانومتر ذات العلاقة في رصد المتغيرات في القيم العلفية والخضرية تحت تأثير المعاملات المدروسة باستخدام برنامج الفصل الطيفي فائق الدقة (HySCAP 0.1)
5) تجميع القنوات الطيفية المتماثلة في تحديد العلاقات باستخدام نفس البرنامج .
6) حساب الأدلة النباتية الطيفية التالية :

دليل تسوية التباين الخضري الـ NDVI , دليل النسبة Ratio Index , دليل الفرق Diffirence Index

ثالثاً ـ التحليل الإحصائي و استنباط المعادلات

1) تحليل التباين لتحديد الفروق الإحصائية بين المعاملات المدروسة من الناحية الخضرية والعلفية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باستخدام برنامج SPSS .
2) تحليل التباين لتحديد الفروق الإحصائية بين المعاملات المدروسة من الناحية الطيفية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باستخدام برنامج الـ SPSS
3) حساب معامل الارتباط بين الصفات الخضرية والعلفية وبين المؤشرات الطيفية .
4) تحليل الانحدار واستنباط المعادلات التي تقدر الصفات الخضرية والعلفية من القيم الطيفية .

المخطط النهجي للنموذج الطيفي-الفزيولوجي في تقدير الصفات الخضرية والعلفية



النتائج والمناقشة

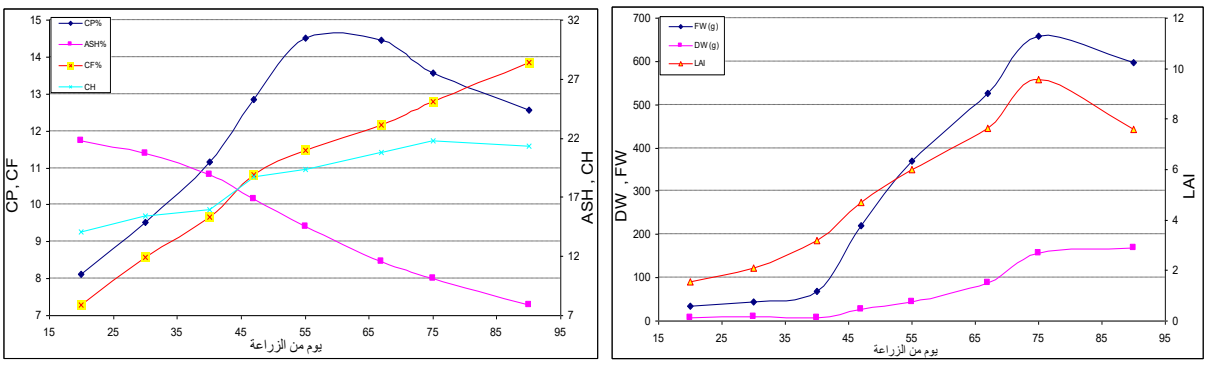
سيتم عرض ومناقشة النتائج من حيث تباين كل من الصفات الخضرية والعلفية والمؤشرات الطيفية تحت تأثير العوامل المدروسة ثم إيجاد قيم الارتباط فيما بين الصفات الخضرية والعلفية مقابل المؤشرات الطيفية وكذلك استنباط النماذج الرّياضية التي تقدر الصفات الخضرية والعلفية بناءً على قيم المؤشرات الطيفية لكل محصول على حدى, ومن ثم إمكانية دراسة وتعميم نماذج تقدير الصفات الخضرية المستنبطة على المحاصيل المدروسة و اقتراح النموذج الأعم من النماذج المتخصصة لكل محصول .

الـــذرة الـصفـراء

1- الصفات الخضرية والعلفية

1 - 1- الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو

يوضح الشكل(8) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء, في وحدة المساحة المدروسة (700سم^2) خلال مراحل النمو بغض النظر عن التسميد الآزوتي والتزود المائي. حيث تزايدت قيمة اليخضور (Ch) خلال مراحل النمو لتصل أوجها بعد 75 يوم لتبدأ بالإنخفاض بعد ذلك, ويعزى هذا التناقص لتهدم الصانعات الخضراء في الأوراق السفلية المسنة بسبب بدأها بالجفاف اعتباراً من هذا العمر, بفروق معنوية عند مستوى 5% .



شكل (8) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة

وبالنسبة لصفتي الوزن الرطب (FW) ودليل مساحة الأوراق (LAI), سلكتا نفس سلوك صفة اليخضور وبفروق معنوية أيضاً عند مستوى5 %. أما بالنسبة لصفة الوزن الجاف (DW) فقد تزايدت بشكل معنوي حتى عمر 75 يوم لتصبح بعدها الزيادة غير معنوية خلال المراحل المدروسة .

أما البروتين الخام (CP) فقد ازدادت نسبته من عمر20 يوم وحتى عمر 60 يوم بتسارع كبير لتبدأ بعدها بالتناقص التدريجي حتى المراحل الأخيرة المدروسة بينما تابعت نسبة الألياف الخام (CF) التزايد مع التقدم بمراحل النمو وكانت الفروق بين المراحل معنوية عند مستوى دلالة 5% .

وسلكت النسبة المئوية لكمية الرماد الخام (ASH) من الوزن الجاف للنبات سلوكاً مغايراً, حيث كانت أعلى نسبة في بداية مراحل النمو المدروسة, وتناقصت لتبلغ أدناها في المراحل الأخيرة من عمر النبات, وبفروق معنوية عند مستوى 5% .

2-1 – تأثير عاملي الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات

يبين الجدول (1) قيم الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات. إذ يلاحظ التأثير الواضح للتسميد في قيم اليخضورفقد وصلت إلى CCI 27.12 عند مستوى تسميد يغطي كامل احتياجات النبات, بينما انخفض كثيراً ليصل إلى CCI 9.36 في حال عدم إضافة السماد الآزوتي للنبات, في حين كانت القيم في مستوى ري I%100 قد وصلت إلى CCI 20.77, وانخفض إلى CCI 15.77 مع انخفاض الرّي إلىI%25, فحققت المعاملة (I%100, N%100) أعلى قيمة لليخضور خلال حياة النبات ككل فبلغت CCI 30.46, بينما كانت المعاملة (I%25, N%0) أقل المعاملات قيمة لليخضور فبلغت CCI 8.40 .

أما ضمن مستوى الرّي الواحد فكانت قيمة اليخضور تتناقص مع تناقص كمية السماد المعطى للنبات. فضمن مستوى ري I%100 كانت أكبر قيمة لليخضور عند مستوى تسميد آزوتي كامل فبلغت CCI 30.46, وانخفضت القيمة مع انخفاض مستوى التسميد حتى N%50 وبلغت CCI 21.58, وأصبحت CCI 10.26 عند مستوىN%0, بينما كانت القيم متقاربة عند مستوى تسميد N%100 ضمن مستويات الرّي المختلفة فكانت قيمة اليخضور عند مستوى ري I%100 قد بلغت CCI 30.46, وكانت CCI 28.28 و CCI 22.61 عند مستويي ري I%50 و I%25 على التوالي, وكانت الفروق المبينة قد تدرجت وفق معنوية عند مستوى دلالة 5%, ممّا يعني أنه في حال عدم التسميد الآزوتي فإن تركيز اليخضور يبقى منخفضاً بغض النظر عن مستويات التزود المائي, و لكن عند توفر كامل احتياجات التسميد الآزوتي فإن الرّي يتحكم بمستوى الاستفادة من السماد الآزوتي المضاف وبالتالي تركيب اليخضور في النبات. وهذا ما اتفق مع (Shepers *et al*., 1992) ; wolfe *et al* ., 1988) .

الجدول (1) قيم الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء تبعاً للرّي و التسميد في وحدة المساحة المدروسة

المعاملات		الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء						
		CH (CCI)	FW ($g/700cm^2$)	DW ($g/700cm^2$)	LAI	CP %	ASH %	CF %
N	N%100	27.12	460.86	90.09	6.99	14.53	11.11	17.26
	N%50	18.82	311.03	64.66	5.04	12.41	9.46	19.10
	N%0	9.36	172.13	36.13	3.86	9.32	8.38	20.34
I	I%100	20.77	482.06	96.49	7.33	13.78	10.03	15.64
	I%50	18.76	315.92	64.53	5.55	12.67	9.67	18.91
	I%25	15.77	146.04	29.86	3.02	9.82	9.26	22.15
L S D 5%		0.08	10.25	2.73	0.18	0.14	0.51	0.19
I%100	N%100	30.46	686.84	131.64	9.77	16.79	11.63	13.87
	N%50	21.58	479.23	94.82	6.86	13.85	9.89	16.03
	N%0	10.26	216.50	43.80	4.35	10.68	8.56	17.03
I%50	N%100	28.28	491.89	101.21	6.83	14.91	11.13	17.88
	N%50	18.57	279.76	58.71	5.15	13.14	9.51	18.95
	N%0	9.42	161.45	34.07	3.15	9.96	8.38	19.89
I%25	N%100	22.61	267.45	56.62	5.38	11.89	10.56	20.01
	N%50	16.30	188.77	40.06	4.63	10.25	8.99	22.34
	N%0	8.40	60.17	11.72	1.56	7.33	8.21	24.10
L S D 5%		0.17	20.50	5.47	0.35	0.24	0.89	0.33

أما بالنسبة لصفات الوزن الرطب والوزن الجاف ودليل مساحة الأوراق, فقد سلكت نفس سلوك اليخضور ولكن تفوق الرّي على التسميد الآزوتي إلى حدٍ ما في هذه الصفات, بفروق معنوية عند مستوى 5% وقد اتفق مع جابر1997 وزينو2007 .

بلغت نسبة البروتين عند تسميد آزوتي كامل 14.53%, بينما انخفضت إلى 12.41% بانخفاض كمية السماد الآزوتي إلى N%50و 9.32% عند عدم التسميد الآزوتي, ويعزى هذا إلى انخفاض كمية اليخضور والصانعات الخضراء في النبات بانخفاض كمية السماد الآزوتي, وبالتالي نقص تركيب البروتين.

أما بالنسبة لتأثيرمستويات الرّي فقد بلغت نسبة البروتين (13.78, 12.67, 9.82)% لمستويات الرّي I%100, I%50, I%25 على التوالي, ومنه يلاحظ انخفاض النسبة بانخفاض كمية مياه الرّي ذات الدور الهام في النمو, وبالتالي زيادة الكتلة الحية للنبات وزيادة عملية التمثيل الضوئي وتركيب البروتين .

كما أن أعلى نسبة للبروتين كانت عند أعلى مستوى تسميد آزوتي, وأقل نسبة له كانت عند أدنى مستوى تسميد آزوتي مقارنة ببقية عوامل ومستويات الدراسة, وهذا يدل على أن التسميد الآزوتي هو العامل المحدد الأول لنسبة البروتين خلال حياة النبات ككل لمحصول الذرة الصفراء. ومن دراسة العلاقة بين التسميد الآزوتي والرّي يلاحظ أنه عند مستوى ري I%100 تناقصت نسبة البروتين من 16.79% إلى (13.85% و10.68%)عند الانتقال من مستوى تسميد يغطي كامل احتياج النبات إلى مستوى تسميد آزوتي N%%50 وN%0 على التوالي, ويعزى هذا الامر إلى أن نقص التسميد الآزوتي قلّل من كمية الصانعات الخضراء والتي لها دور في تركيب البروتين وبالتالي نقص في كمية البروتين, وسلك مستوى الرّي I%50, I%25 السلوك نفسه لمستويات التسميد الآزوتي .

كما يلاحظ انخفاض نسبة البروتين من 16.79% إلى 14.91% و 11.89% عند الانتقال من مستوى ري I%100 إلى مستويي الرّي I%50 و I%25 على التوالي عند مستوى تسميد N%100, ويعود السبب أيضاً إلى أن كمية مياه الرّي تتيح الاستفادة من التسميد الآزوتي الذي يدخل مباشرة في تركيب البروتين .

بلغ الفرق بين نسبتي البروتين عند المستوى الكامل والأدنى للتسميد الآزوتي 5.21% بينما كان الفرق بين النسبتين عند مستويي الرّي I%100 وI%25 قد بلغ 3.95% كما أن الفرق بين مستويي التسميد N%100 و N%0 تحت مستوى الرّي الكامل قد بلغ 6.11%, بينما كان الفرق بيين مستويي الرّي I%100 وI%25 تحت مستوى التسميد الآزوتي الكامل قد بلغ 4.9%, ممّا يعني أن تأثير التسميد كان أكبر من تأثير الرّي في تحديد نسبة بروتين النبات خلال حياته ككل .

وقد سلك تأثير عاملي الدراسة في نسبة الرماد السلوك ذاته الذي سلكته في نسبة البروتين الخام واعتبار التسميد هو العامل المحدد لهذه الصفة .

كما يوضح الجدول نسبة الألياف الخام خلال حياة النبات فقد بلغت قيمة الألياف (17.26, 19.1, 20.34)% لمستويات التسميد N%100 , N%50 , N%0 على التوالي, بينما كانت (15.64, 18.91,

22.51)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي, وبالتالي إن نسبة الألياف الخام تزداد مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين. ويعزى ذلك إلى دفع النباتات إلى حالة من التأقلم مع الإجهاد الناتج عن المستويات المنخفضة من كميات الرّي والتسميد الآزوتي, فيعمل على زيادة نسبة الألياف الخام في النباتات على حساب المكونات الأخرى. يلاحظ أيضاً أن القيم التي حققها الرّي كانت أعلى من القيم التي حققها التسميد عند المستوى الكامل, وكانت القيم أقل عند المستوى الأدنى للعاملين المدروسين. مّما يدل على أهمية الرّي في تحديد قيمة الألياف وأثرها الأكبر بالمقارنة مع تأثير التسميد الآزوتي .

ويبين الجدول السابق أيضاً نسبة الألياف الخام في النبات خلال حياته تبعاً للتأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي. فتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات بلغت نسبة الألياف (13.87 , 16.03 , 17.03)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0, في حين وصلت إلى (17.88 , 18.95 , 19.89)% و(20.01 , 22.34 , 24.1)% لمستويات التسميد السابقة وعند مستويي ري I%50 وI%25 على التوالي, وبالتالي يزداد محتوى الألياف الخام مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين ويعزى ذلك إلى دفع النبات عند المستوى الأدنى للعاملين إلى التأقلم مع الظروف المعاكسة والتبكير في مواعيد مراحل النمو. ويلاحظ أن الفرق في نسبة الألياف الخام بين مستويي التسميد N%100 و N%0 عند المستوى الكامل للري كان 3.16% بينما وصل إلى 6.14% بين مستويي الرّي I%100 , I%25 عند المستوى الكامل للتسميد الآزوتي ممّا يدل على أن الرّي يؤدي دوراً أكبر في تحديد قيمة الألياف الخام من التسميد الآزوتي .

1-3- تأثير عاملي الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو

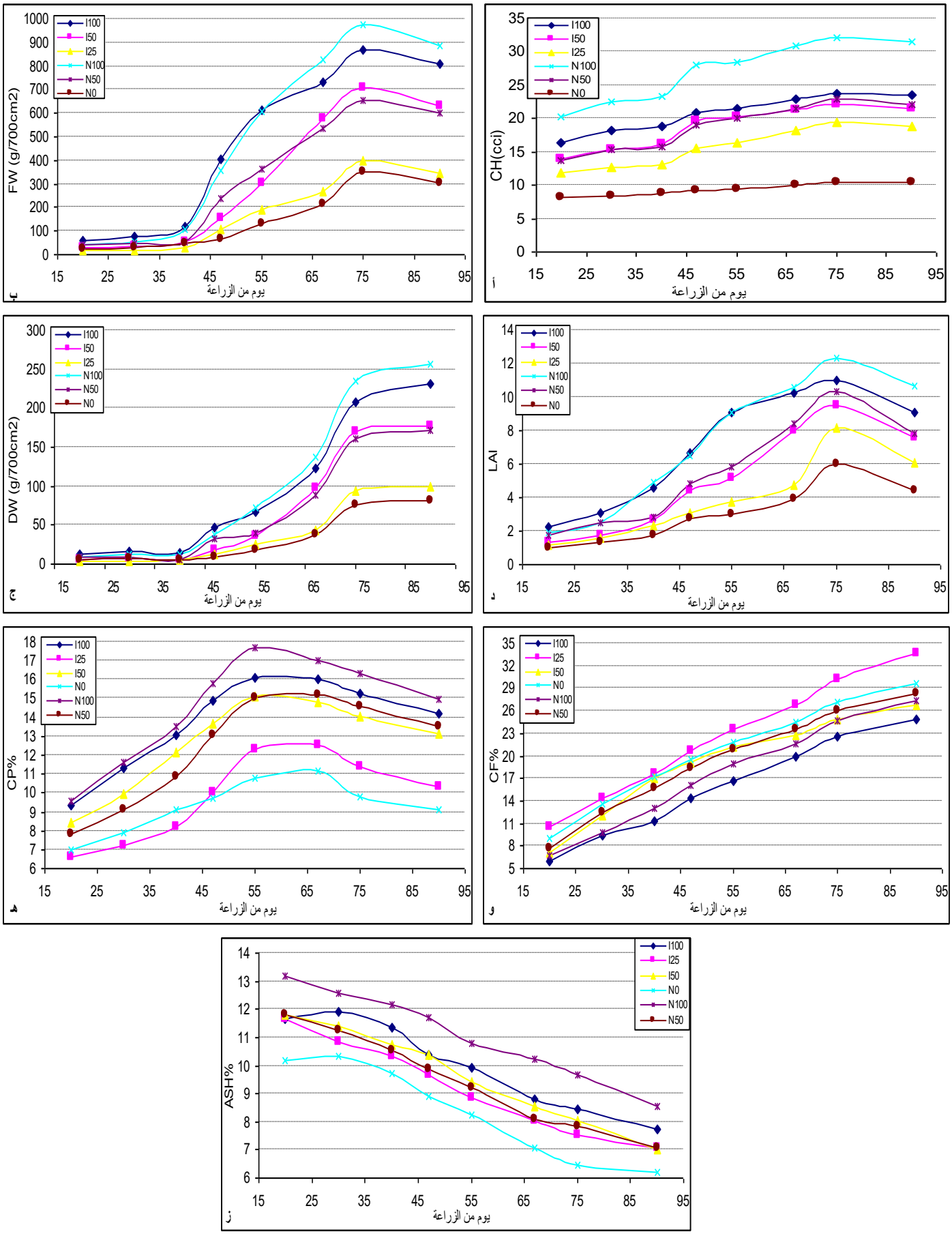
يبين الشكل (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء في وحدة المساحة المدروسة خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي. فقد كانت أعلى قيم تركيز اليخضور في أوراق النبات بالنسبة لمعاملة الرّي تحت مستوى ري يغطي كافة احتياجات النبات I%100 و خلال جميع مراحل النمو المدروسة (الشكل 9- أ), وانخفض عند مستوى I%50 ليبلغ أدناه عند مستوى I%25 بفروق إحصائية عند مستوى معنوية 5%. خلال جميع مراحل النمو, فكانت قيمة اليخضور CCI (11.86 , 14.00 , 16.32) عند مستويات الرّي I%100 و I%50 وI%25 على التوالي بعد 20 يوم, كما تزايدت القيمة مع تقدم مراحل النمو لتصبح بعد 75 يوم (23.83, 22.10, 19.50) CCI لمستويات الرّي السابقة ذاتها وعلى التوالي, وقد أشارإلى شيء مماثل Yordanow (2002).

كما يبين الشكل أيضاً أن قيم تركيز اليخضور تختلف باختلاف معدلات التسميد الآزوتي وخلال جميع مراحل النمو. حيث بلغ أعلى تركيز عند مستوى تسميد آزوتي يلبي كامل احتياج النبات وانخفض بانخفاض معدّل التسميد من N%100 إلى N%50 حتى بدون سماد آزوتي, وبفروق معنوية P< 5% خلال جميع مراحل النمو. فكانت قيمة اليخضور(20.24 , 13.72 , 8.22)CCI عند مستويات التسميد الآزوتي

N%100, N%50 , N%25 على التوالي بعد 20 يوم, وتزايدت القيمة مع تقدم مراحل النمو لتصبح بعد 75 يوم (32.06 و 22.84 و 10.53)CCI لمستويات التسميد ذاتها على التوالي. كما يوضح الشكل أيضاً زيادة تركيز اليخضور في أوراق النباتات بتقدم مراحل النمو حتى 75 يوم, ليبدأ بعدها بالانخفاض تدريجياً على مستوى النبات ككل, وفي كلتا المعاملتين التسميد الآزوتي والتزود المائي. إذ يعزى هذا الانخفاض إلى أن النباتات وصلت إلى مراحل متقدمة بالنمو, وبدأ اليخضور في الأوراق السفلية بالتهدّم التدريجي, ممّا إلى انخفاض قيمة يخضور النبات ككل .

إذاً وتحت تأثير عاملي الدراسة (الرّي والتسميد الآزوتي) على قيمة اليخضور في المجموع النباتي, فإن قيمته تتزايد مع تقدم مراحل النمو تحت جميع المستويات المدروسة للعاملين, حتى مرحلة أوج النمو الخضري (بعد 75 يوم), لتبدأ بعدها بالانخفاض. هذا وإن قيمة اليخضور في المجموع النباتي الخضري تحت مستوى آزوتي كامل كانت الأعلى مقارنة مع التزود المائي الكامل وخلال جميع مراحل النمو. كما أن قيمة اليخضور في المجموع الخضري النباتي تحت تأثير مستوى ري I%25 أعلى منها مقارنة مع مستوى التسميد الآزوتي الأدنى N%0 ,ممّا يعني أن التسميد الآزوتي يتحكم بقيم اليخضور تحت مستويات مختلفة من التزود المائي .

أما بالنسبة للوزن الرطب للنبات خلال مراحل النمو (الشكل 9- ب), فإنها تتزايد تحت تأثير عاملي الدراسة كما في اليخضور, لكن كان تأثير الرّي أكبر من تأثير التسميد الآزوتي, إذ تأخذ قيم الوزن الرطب خلال مراحل النمو المبكرة (الاولى و الثانية) تحت تأثير مستوى ري I%100 أعلى منها خلال نفس مراحل النمو تحت تأثير مستوى تسميد آزوتي N%100 ,بينما في مراحل النمو المتقدمة وتحت أعلى مستويات للعاملين المدروسين يأخذ التسميد الأعلى دوراً أكبر مقارنة مع الرّي ذي المستوى الأعلى, لكن العكس تحت تأثير المستويات الأدنى للعاملين المدروسين, فقد كانت قيم الوزن الرطب تحت مستوى ري منخفض أعلى منها تحت تأثير مستوى آزوتي منخفض. ممّا يعني أهمية الدور التفاعلي بين العاملين المدروسين في التأثير على الوزن الرطب للذرة الصفراء خلال مراحل النمو, مع تغليب مستوى الرّي مع محدودية التسميد الآزوتي وتضاعف دور التسميد الآزوتي عند توفر كامل متطلبات الرّي.هذا وقد سلكت صفة الوزن الجاف تحت تأثير مستويات مختلفة للعاملين المدروسين على نبات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو نفس سلوك الوزن الرطب (الشكل 9 - ج) .



الشكل (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات من التسميد الآزوتي و التزود المائي في وحدة المساحة المدروسة

كما يوضح الشكل (9- د) بالنسبة لدليل مساحة الأوراق, تفوق تأثير الرّي I%100 في المراحل الأولى (حتى 47 يوم), ليتفوق تأثير التسميد الآزوتي الكامل N%100 في المراحل التالية. وكلّ ذلك عند التزود الكامل للعاملين. بينما وعلى كافة المستويات فإن الرّي بالمستوى الأدنى تفوق على مستوى التسميد الآزوتي الأدنى, ممّا يعني التأثير التفاعلي المتبادل بين التسميد الآزوتي والتزود المائي, مع تفوق تأثير الرّي بدعم من التسميد الآزوتي كبير في التأثير على صفة دليل مساحة الأوراق .

ويوضح الشكل (9 – هـ) نسبة البروتين الخام خلال مراحل النمو المختلفة, وذلك تبعاً للمعاملتين المدروستين بمستوياتهما المختلفة. فكانت نسبة البروتين أقل ما يمكن في بداية مراحل النمو, وتزداد لتبلغ أوجها في مرحلة اوج النمو, وتعود بعدها لتتناقص . بلغت نسبة البروتين الخام في مرحلة 20 يوم 9.54% بالنسبة لمستوى التسميد الآزوتي N%100, وازدادت لتصل إلى 17.66% بعمر55 يوم, ثم تناقصت بعد ذلك حتى مرحلة 90 يوم لتصل إلى 15%. وقد سلك مستويا التسميد الآزوتي N%50 و N%0 السلوك ذاته, ولكن الزيادة كانت حتى عمر67 يوم, حيث كانت نسبة البروتين للمستويين السابقين بعمر20 يوم قد بلغت(7.85 , 7)%, في حين وصلت إلى (15.2 , 11.15)% بعمر67 يوم على التوالي. وسلكت مستويات الرّي السلوك ذاته فتحت تأثير مستوى ري I%100, إذ ازدادت النسبة من 9.31% بعمر 20 يوم إلى 16.11% بعمر 55 يوم و تناقصت لتبلغ 14.22% بعمر 90 يوم, لتتناقص تدريجياً بعد ذلك وتصل إلى 14.25% بعمر90 يوم. وكذلك نهج مستوى الرّي I%50, في حين استمرت الزيادة في نسبة البروتين في مستوى الرّي I%25 حتى عمر 67 يوم. ويوضح الشكل أيضاً تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين وذلك لنفس الاسباب المذكورة سابقا. ويلاحظ أن الفروق بين مستوى التسميد الآزوتي N%100, N%0 بلغ 6.88% بعمر 55 يوم بينما كان الفرق بين مستويي الرّي I%100, I%25 قد بلغ 3.83%, ممّا يعطي تأثير التسميد الآزوتي الدور الأكبر على تأثير الرّي في تحديد قيمة البروتين الخام, وخاصة في المراحل المتقدمة من عمر النبات. هذا ويعزى ازدياد نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات وازدياد يخضور النبات وبالتالي زيادة تركيب البروتين, أما تناقص نسبته بعد مرحلة اوج النمو فيعود على توازن نفس نسبة التزايد السابقة لكل من الكتلة الحية واليخضور إضافة إلى تهدم الصانعات الخضراء ونقصان اليخضور وبالتالي قلّة في تركيب البروتين .

كما يوضح الشكل (9 - و) نسبة الألياف مع التقدم بمراحل النمو. فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي بلغت نسبة الألياف الخام بعمر 20 يوم 6.79%, وازدادت لتصل إلى 27.28% بعمر90 يوم. كما بلغت النسبة (7.74 و 9.03)% بعمر20 يوم لمستويي التسميد N%100, N%0 على التوالي, وازدادت لتبلغ(28.28 و 29.73)% بعمر90 يوم لنفس المستويين على التوالي. وبالتالي يتضح أن نسبة الألياف تتزايد مع تناقص كمية الاسمدة المضافة. ويعزى ذلك إلى دفع النبات عند المستوى الأدنى للعاملين إلى التأقلم مع الظروف المعاكسة, والتبكير في الدخول بمراحل النمو التالية. كما سلكت مستويات الرّي السلوك ذاته, حيث بلغت

نسبة الألياف الخام بعمر 20 يوم النسب (5.98 , 7.11 , 10.47)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي. ووصلت إلى (24.96 , 26.76 , 33.66) للمستويات السابقة على التوالي. ويلاحظ من الشكل أيضاً أن الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 و N%0 بعمر90 يوم قد بلغ 2.44%, بينما بلغ بين مستويي الرّي I%100 و I%25 لنفس العمر8.61 %, ممّا يدل على أن تأثير الرّي أكبر من تأثير التسميد الآزوتي في تحديد نسبة الألياف الخام.

كما يوضح الشكل (9 - ز) تغير نسبة الرماد مع التقدم بمراحل النمو المختلفة فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات تناقصت نسبة الرماد من 13.18% بعمر 20 يوم, إلى 8.57% بعمر 90 يوم. وكذلك سلك مستويا التسميد الآزوتي السلوك ذاته, وتناقصت النسبة من 11.68% بعمر 20 يوم تحت تأثير مستوى ري I%100, إلى 7.76% بعمر 90 يوم, و مثله كان في مستويي الرّي الاخرين. كما تناقصت نسبة الرماد مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين. إذ بلغت نسبة الرماد بعمر 55 يوم (9.93 , 9.44 , 8.86)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي, و(10.79, 9.21, 8.22)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. وبمقارنة القيم السابقة يتضح أن تأثير التسميد الآزوتي تفوق على تأثير الرّي وذلك من القيم التي حققتها مستويات التسميد الآزوتي ومن الفروق الواضحة بينها. ويعزى تناقص نسبة الرماد الخام إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات والوزن الجاف بوتيرة أعلى من زيادة كمية الرماد خلال مراحل النمو .

1- 4- تأثير التفاعل العاملي لمستويات الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية و الخضرية خلال مراحل النمو

يبين الجدول (2) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي, يلاحظ تزايد قيمة هذه الصفات (يخضور النبات - الوزن الرطب – الوزن الجاف– دليل مساحة الأوراق) بتقدم مراحل النمو حتى أوج النمو الخضري (75 يوم) لينخفض بعدها عدا الوزن الجاف الذي يستمر بالزيادة باستمرار النمو. بلغ أقصى تركيز لليخضور في النبات بعد 75 يوم لعاملي الدراسة وتفاعلهما حيث سجلت (34.65 , 33,35 , 28,18)CCI عند إعطاء كامل الاحتياجات السمادية الآزوتية N%100 لكل مستويات الرّي I%100, I%50, I%25,ممّا يدل على قلّة التغيرات في قيمة اليخضور بالنبات باختلاف مستويات التزود المائي, وذلك مقارنة مع التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي, تحت أي مستوى تزود مائي. فمثلاً كانت التغيرات في قيمة اليخضور بتغيرات مستوى التسميد الآزوتي عند اعطاء كامل الاحتياجات المائية I%100 على الشكل الآتي:(34.65 ,25.38 , 11.45)CCI للمستويات المدروسة من التسميد الآزوتي بعد 75 يوم.وبالمثل عند مستويي الرّي الآخرين I%50 , I%25 .وهذا يدل على التّغير الكبير في قيمة يخضور النبات بتغير نسبة التسميد الآزوتي بمعدل أكبر منه عند التغير في اعطاء الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء وبدرجة معنوية بين جميع

مستويات الدراسة للعاملين عند دلالة 5% وقد أشار إلى منحنى مشابه كل من (Wolfe *et al* .,1988 و SChepers *et al*., 1992) .

الجدول (2) الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء تحت تأثير التفاعل العاملي بين مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي و التزود المائي

المعاملات		يوم من الزراعة							
		20	30	40	47	55	67	75	90
CH (CCI)									
I%100	N%100	24.65	26.68	27.38	31.50	31.40	32.83	34.65	34.63
	N%50	15.13	18.90	19.15	21.38	22.43	25.18	25.38	25.08
	N%0	9.18	9.38	9.68	9.95	10.45	10.83	11.45	11.20
I%50	N%100	20.25	23.28	24.08	29.83	30.45	32.58	33.35	32.43
	N%50	13.55	14.33	15.33	19.75	20.68	20.93	22.40	21.60
	N%0	8.20	8.45	8.85	9.23	9.53	10.10	10.55	10.45
I%25	N%100	15.83	17.33	18.30	22.63	23.63	27.55	28.18	27.45
	N%50	12.48	13.00	12.95	16.08	17.18	18.48	20.75	19.53
	N%0	7.28	7.53	7.88	8.23	8.43	8.88	9.58	9.45
LSD5%		0.41	0.31	0.25	0.51	0.47	0.50	0.37	0.31
FW (g/700cm^2)									
I%100	N%100	68.61	97.00	180.75	623.00	983.60	1157.00	1228.00	1158.00
	N%50	67.11	75.25	83.75	475.25	600.00	770.00	907.50	855.00
	N%0	39.28	56.25	97.75	107.50	259.20	274.50	480.00	417.50
I%50	N%100	31.74	41.04	91.50	277.50	514.30	947.75	1058.00	973.75
	N%50	26.13	34.40	39.36	134.50	292.48	525.00	637.50	548.75
	N%0	24.46	30.00	34.50	44.25	95.36	256.75	428.75	377.50
I%25	N%100	23.11	26.84	56.79	164.50	328.65	369.75	643.75	526.25
	N%50	23.03	26.00	35.25	101.50	197.88	320.25	412.50	393.75
	N%0	4.48	5.40	5.70	48.25	45.01	117.75	138.50	116.25
LSD5%		5.59	7.40	8.71	21.70	22.99	62.35	83.30	92.23
DW (g/700cm^2)									
I%100	N%100	14.13	20.37	19.65	61.58	114.38	195.94	291.75	335.29
	N%50	13.78	15.67	10.58	64.43	54.98	124.56	228.21	246.38
	N%0	8.79	12.06	14.83	15.90	32.40	47.23	106.13	113.08
I%50	N%100	6.99	9.01	10.88	30.66	58.56	153.50	265.95	274.09
	N%50	5.79	7.88	4.45	18.10	35.37	93.96	147.10	156.98
	N%0	5.80	7.11	2.08	6.70	13.17	44.51	94.40	98.81
I%25	N%100	4.81	6.19	9.18	19.25	43.09	61.00	149.46	159.97
	N%50	5.03	5.68	3.78	13.01	27.18	49.62	104.87	111.31
	N%0	0.91	1.15	0.64	6.34	6.70	21.48	27.16	29.39
LSD5%		1.45	1.72	1.16	2.66	9.77	11.50	30.67	6.13
LAI									
I%100	N%100	3.02	4.24	7.46	9.09	13.03	13.62	14.10	13.61
	N%50	2.56	3.09	3.31	7.35	8.54	11.09	11.34	7.56
	N%0	1.17	1.81	2.95	3.54	5.58	5.95	7.58	6.18
I%50	N%100	1.43	1.64	3.83	6.33	7.85	11.64	11.83	10.11
	N%50	1.41	2.29	2.59	4.17	5.30	8.55	8.93	7.94
	N%0	1.06	1.34	1.51	2.78	2.35	3.69	7.64	4.82
I%25	N%100	1.34	1.67	3.53	4.19	6.50	6.59	11.03	8.22
	N%50	1.34	2.02	2.60	3.06	3.75	5.54	10.78	7.97
	N%0	0.72	0.93	0.88	1.90	1.07	2.17	2.70	2.13
LSD5%		0.30	0.38	0.49	0.50	0.43	0.79	1.22	1.56
CP%									
I%100	N%100	10.52	13.73	15.83	18.77	20.30	19.55	18.85	16.79
	N%50	9.13	10.28	12.38	14.39	16.03	16.47	16.46	15.69
	N%0	8.29	9.83	11.07	11.51	12.01	12.04	10.56	10.17
I%50	N%100	9.70	11.89	14.65	15.85	17.84	16.92	16.56	15.85
	N%50	8.26	9.76	11.68	13.89	15.72	15.66	15.66	14.45
	N%0	7.43	8.30	10.17	11.22	11.76	11.77	9.82	9.19
I%25	N%100	8.40	8.74	10.04	12.71	14.84	14.55	13.52	12.35
	N%50	6.16	7.31	8.56	10.83	13.44	13.46	11.72	10.51
	N%0	5.30	5.58	6.03	6.50	8.57	9.64	8.96	8.03
LSD5%		0.15	0.17	0.20	0.23	0.37	0.28	0.23	0.22

تابع الجدول (2) الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء تحت تأثير التفاعل العاملي بين مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي و التزود المائي									
		CF%							
I%100	N%100	5.03	6.95	8.95	11.98	14.98	18.15	20.98	23.95
	N%50	5.98	10.03	11.95	15.03	17.05	20.25	22.95	24.98
	N%0	6.95	10.95	13.10	16.05	18.00	21.18	24.03	25.95
I%50	N%100	6.23	11.13	15.98	18.00	20.35	21.48	23.95	25.98
	N%50	7.05	12.08	17.05	19.05	21.40	23.00	24.95	27.03
	N%0	8.05	13.10	18.08	20.38	22.23	24.05	25.98	27.28
I%25	N%100	9.13	11.13	14.20	18.20	21.33	25.10	29.10	31.93
	N%50	10.20	14.98	18.03	21.25	24.13	27.20	30.10	32.83
	N%0	12.08	16.93	20.55	22.40	25.03	28.13	31.73	35.95
LSD5%		0.22	0.25	0.33	0.32	0.37	0.45	0.33	0.31
		ASH%							
I%100	N%100	13.69	13.07	12.50	11.91	11.33	10.80	10.20	9.57
	N%50	12.66	11.83	11.23	10.05	9.70	8.27	8.16	7.19
	N%0	11.48	10.85	10.30	9.16	8.75	7.31	6.91	6.51
I%50	N%100	13.07	12.80	12.12	11.86	10.84	10.32	9.91	7.82
	N%50	11.71	11.33	10.48	10.06	9.31	8.20	7.89	7.11
	N%0	10.66	10.08	9.60	8.98	8.16	7.08	6.32	6.17
I%25	N%100	12.78	11.88	11.81	11.02	10.20	9.57	8.94	8.31
	N%50	11.11	10.61	9.91	9.47	8.63	7.80	7.49	6.95
	N%0	11.15	10.10	9.29	8.56	7.76	6.76	6.18	5.89
LSD5%		2.48	0.26	0.05	0.29	0.07	0.28	0.05	0.05

كما يلاحظ من الجدول انخفاض الوزن الرطب للنباتات بتناقص الرّي والتسميد عن كامل المتطلبات عند كل مرحلة نمو. حيث انخفض عند أوج النمو وذلك بعد 75 يوم تحت ري I%100 من 1228غ إلى 907.5غ ثم إلى 480غ وتحت ري I%50 من 1058غ إلى 637.5غ ثم إلى 428.75غ لمستويات التسميد الآزوتي المختلفة N%100 , N%50 , N%25 بفروق معنوية عند مستوى دلالة 5%. وهذا يعني أهمية التأثير التفاعلي بين الرّي والتسميد في تحديد قيمة الوزن الرطب للنباتات خلال جميع مراحل النمو مع أفضلية الرّي شرط توفر التسميد الآزوتي .

هذا وقد نهج دليل مساحة الأوراق نفس سلوك صفة الوزن الرطب, خلال جميع مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي لمستويات العاملين المدروسين (الجدول 2), وبفروق معنوية بين مستويات الدراسة عند دلالة 5%. وبالمثل لصفة الوزن الجاف ولكن حتى عمر 75 يوم فقط حيث تابعت القيم الزيادة حتى نهاية المراحل المدروسة .

وبالتالي يمكن القول بأهمية التسميد الآزوتي في التأثير على يخضور النباتات للذرة الصفراء أكثر منه للري مع تزايد أهمية الرّي عن التسميد الآزوتي حتى حد معين في التأثير على الصفات العلفية والخضرية الأخرى كالوزن الرطب والجاف و دليل مساحة الأوراق بمعنى أهمية التأثير التفاعلي للري بتوفر السماد الآزوتي على تلك الصفات .

كما تزايدت نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو في جميع المعاملات المدروسة بنسب مختلفة حتى مرحلة أوج النمو لكل معاملة (الجدول 3) لتبدأ بعدها بالتناقص حتى آخر مرحلة مدروسة. بلغت نسبة البروتين تحت مستوى التزود المائي I%100 بعمر 20 يوم (10.52 , 9.13 , 8.288)% لمستويات التسميد N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. ثم ازدادت لتصل إلى 20.3% لمستوى التسميد N%100 بعمر 55 يوم و(16.47 , 12.04)% للمستويين N%50 , N%0 بعمر67 يوم. ثم تناقصت القيم السابقة لتبلغ بعمر90 يوم (16.79 , 15.7 , 10.17)% للمستويات السابقة على التوالي. ويعزى ازدياد نسبة البروتين

مع التقدم بمراحل النمو إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات وازدياد يخضور النبات وبالتالي زيادة تركيب البروتين. أما تناقص نسبته بعد مرحلة أوج النمو فيعود على توازن نفس نسبة التزايد السابقة لكل من الكتلة الحية واليخضورإضافة إلى تهدم الصانعات الخضراء ونقصان اليخضور وبالتالي قلّة في تركيب البروتين. كما يستنتج ممّا سبق تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي وخلال كافة مراحل النمو, وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى الرّي الكامل .

كما تناقصت نسبة البروتين أيضاً بتناقص مستوى الرّي, حيث بلغت النسب تحت تأثير مستوى الرّي الكامل بعمر 20 يوم النسب التالية (10.52 , 9.13 , 8.29)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. وتناقصت مع تناقص كمية مياه الرّي إلى I%50 لتبلغ (9.7 , 8.26 , 7.34)% لمستويات التسميد السابقة ذاتها بنفس العمر وعلى التوالي. ووصلت إلى (8.4 , 6.16 , 5.3)% تحت تأثير مستوى الرّي I%25 لنفس مستويات التسميد والمرحلة العمرية, واستمر النهج ذاته في بقية المراحل .

كما تبين النتائج أن معاملة التسميد الآزوتي 100% استطاعت تحقيق قيمة عالية للبروتين عند المستوى الأدنى من الرّي 25%. فبلغت بعمر 55 يوم 14.84% بينما لم تستطيع معاملة الرّي 100% تحقيق قيمة عالية عند غياب التسميد الآزوتي بنفس العمر فبلغت النسبة 12%. ممّا يدل على أهمية عامل التسميد الآزوتي في تحديد قيمة البروتين و خلال كافة مراحل النمو .

ويبين الجدول أيضاً نسبة الألياف الخام خلال مراحل النمو, حيث بلغت نسبة الألياف للمعاملة (I%100 , N%100) القيم التالية (5.03 , 6.95 , 8.95 , 11.98 , 14.98 , 18.15 , 20.98 , 23.95) % خلال مراحل النمو المختلفة وارتفعت عند انخفاض مستوى التسميد إلى N%50 القيم (5.98 , 10.03 , 11.95 , 10.03 , 17.05 , 20.25 , 22.95 , 24.98)% وعند مستوى N%0 القيم (6.95 , 10.95 , 13.1 , 16.05 , 18 , 21.18 , 24.03 , 25.95)%. أي أن نسبة الألياف الخام تزداد مع التقدم بمراحل النمو كما كانت تتناقص مع زيادة كمية الاسمدة الآزوتية المضافة وخلال كافة مراحل النمو. وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى الرّي الكامل. ويعود سبب ازدياد نسبة الألياف مع التقدم بمراحل النمو إلى تخشب أو تلّيف الأوراق والساق مع التقدم بعمر النبات و يكون بشكل أسرع مع انخفاض مياه الرّي والأسمدة الآزوتية المضافة وذلك لتبكير النبات في الدخول في مراحل النمو المتلاحقة نتيجة تأقلمه مع ظروف النقص في الرّي والتسميد الآزوتي .

ويوضح الجدول السابق نسبة الرماد خلال مراحل النمو تبعاً للتأثير التفاعلي للمعاملتين المدروسين. بلغت نسبة الرماد الخام تحت تأثير مستوى ري كامل بعمر 20 يوم القيم (13.69 , 12.66 ,8.68)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. وتناقصت مع التقدم بمراحل النمو لتصل إلى

(9.57 , 7.19 , 6.55)% بعمر 90 يوم. وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى الرّي الكامل .

ومنه يلاحظ تناقص قيمة الرماد مع انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين. فبلغت نسبة الرماد بعمر 20 يوم للمعاملة (N%100, I%100) 13.69%, وانخفضت مع انخفاض مستوى الرّي إلى I%50 بنفس العمر إلى 13.73%, ووصلت إلى 12.78% عند مستوى ري I%25, واستمر النهج ذاته لكافة المراحل المدروسة. كما يتضح أن الفرق بين مستويي الرّي I%50, I%25 عند مستوى تسميد آزوتي كامل بعمر 55 يوم قد بلغ 1.12%, بينما بلغ الفرق بين مستويي التسميد N%100 , N%0 عند مستوى الرّي الكامل ولنفس العمر 3.41%, وكذلك تفوق الفرق بين مستويات التسميد الآزوتي على الفرق بين مستويات الرّي خلال كافة مراحل النمو, ممّا يدل على أن أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة الرماد كانت أكبر من أهمية عامل الرّي و خاصة في المراحل المتقدمة للنمو. ويعزى تناقص نسبة الرماد الخام إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات والوزن الجاف بوتيرة أعلى من زيادة كمية الرماد خلال مراحل النمو .

إذاً ومما سبق يلاحظ أن التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي قد أثرت وبشكل معنوي على جميع الصفات الخضرية والعلفية لمحصول الذرة الصفراء العلفية خلال جميع مراحل النمو, وقد تباين تغير الصفات المتأثرة حسب العامل المدروس من صفات تتأثر بعامل أكثر من عامل آخر إلى صفات يتباين التأثير حسب درجة التفاعل وخلال مراحل النمو.

2- المؤشرات الطيفية

يبين الشكل (10) الانعكاس الطيفي وفق المدى الموجي 350 – 2500 نانومتر بفاصل قدره 1 نانومتر لنباتات الذرة المزروعة تحت تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي, كما يبين هذه الانعكاسات الطيفية لجميع مراحل النمو وفق ما يسمى الاستجابة أو البصمة الطيفية لمحصول الذرة الصفراء والتي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة.

وباستخدام برنامج HySCAP 0.1 تم تحديد الأطوال الطيفية ذات التغيرات الحدية خلال مراحل النمو ومن ثم تجميع الأطوال الموجية المتشابهة السلوك والمتجاورة لنحصل على مجالات طيفية يعبر عنها بقنوات طيفية ذات مركز كما في الجدول (3)

كما تم حساب الأدلة النباتية التالية :

- دليل الفرق Diffirence Index

وفق المعادلة DI = NIR - RED والذي يوافق القنوات المستنبطة DI = λ872 - λ672

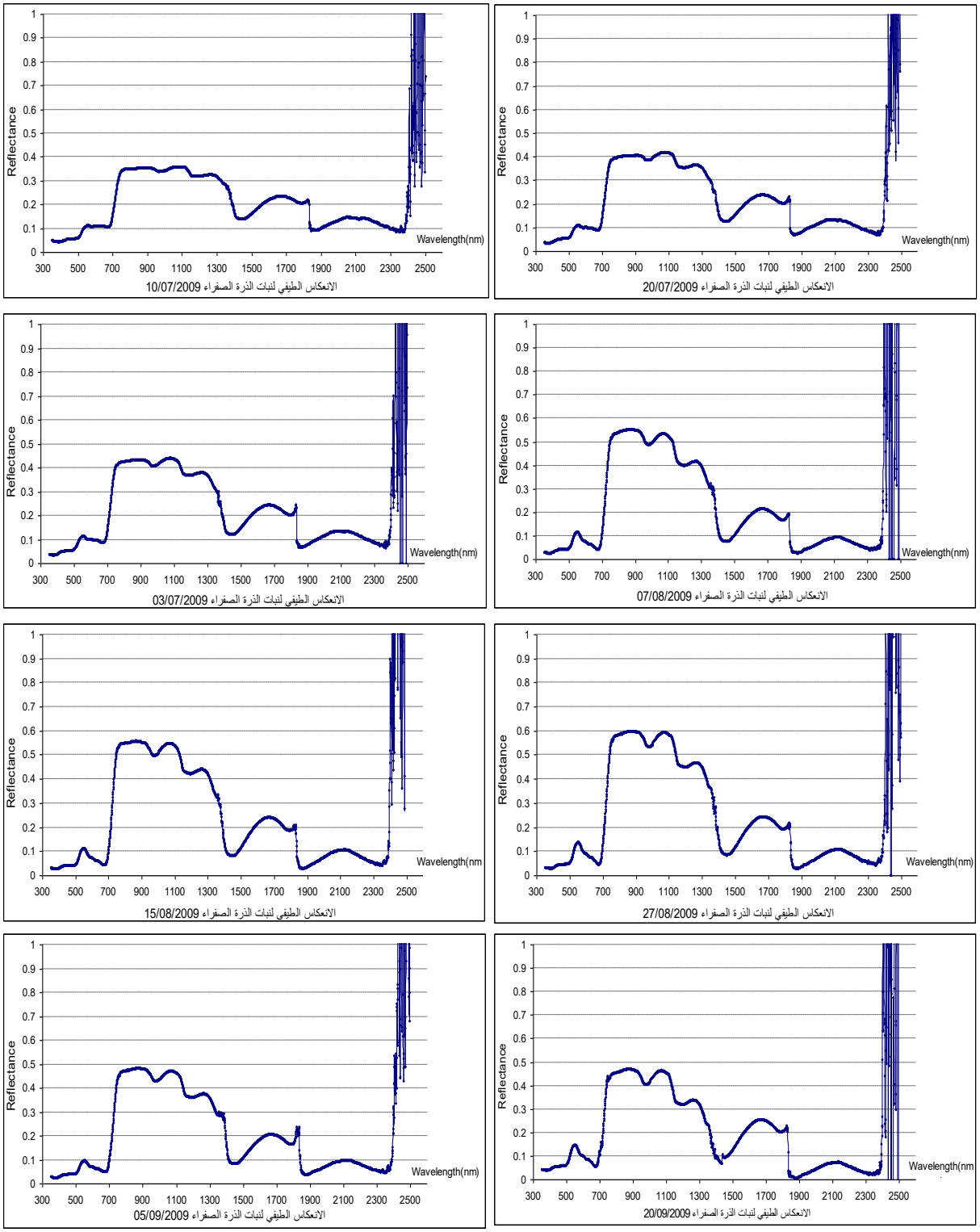
- دليل النسبة Ratio Index

وفق المعادلة RI = RED/NIR والذي يوافق القنوات المستنبطة RI = λ672/λ872

- دليل تسوية التباين الخضري الـ NDVI

NDVI= (NIR-RED)/(NIR+RED) و الذي يوافق القنوات المستنبطة

NDVI= (λ872 - λ672) / (λ872 + λ672)

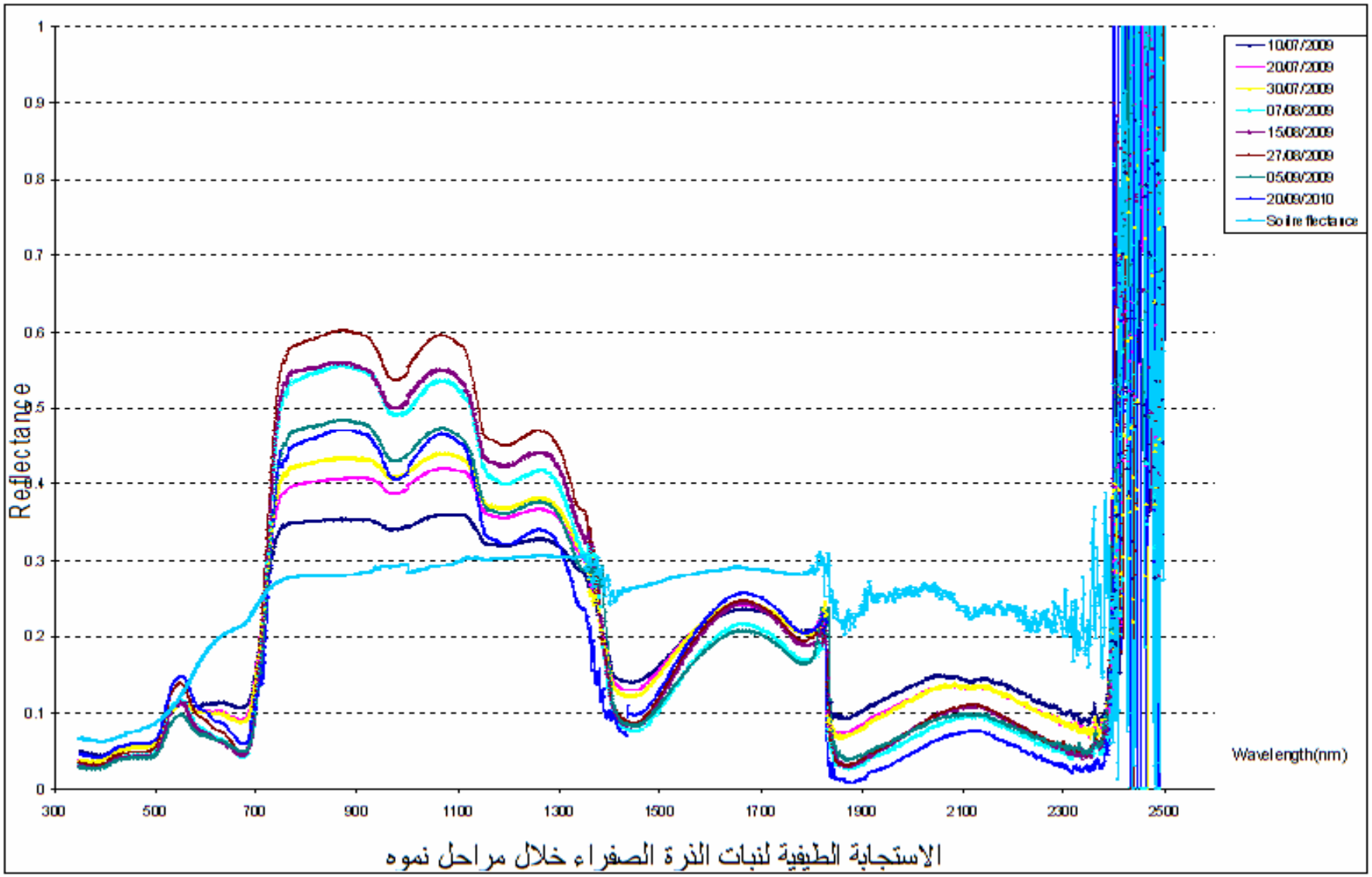


الشكل (10) قيم الإنعكاس الطيفي لنبات الذرة خلال مراحل النمو الخضري

الجدول (3) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة															
القناة		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**14**	**15**
مركز المجال		355	410	470	550	672	720	872	982	1077	1197	1275	1450	2070	2285
المجال	**من**	350	400	460	540	660	705	860	970	1060	1185	1265	1440	2050	2265
	إلى	360	420	480	560	685	735	885	995	1095	1210	1285	1460	2090	2305

يوضح الشكل (11) الانعكاس الطيفي لمحصول الذرة الصفراء خلال مراحل النمو المتتالية , يلاحظ أن قيم الانعكاس في المجال المرئي قد تناقصت مع التقدم بمراحل النمو حتى مرحلة متقدمة وذلك بسبب تزايد تركيز اليخضور في النباتات وبالتالي زيادة امتصاص هذا المجال من الأشعة لاستخدامها في عملية التمثيل الضوئي, وعادت قيم انعكاس المجال السابق لتزداد بفعل تداخل عدة عوامل منها انخفاض كمية اليخضور في أوراق النباتات وظهور النورات المذكرة على النباتات .

و قد سلك المجال تحت الأحمر البعيد السلوك ذاته في حين أن قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب والمتوسط قد ازدادت من بداية مراحل النمو وحتى مرحلة أوج النمو لتعود وتنخفض من جديد, ويعزى ازدياد قيم الانعكاس في هذا المجال مع التقدم بالعمر إلى زيادة الكتلة الحية للنبات, أما الانخفاض في المراحل الأخيرة فهو نتيجة جفاف الأوراق السفلية وبالتالي انخفاض الوزن الرطب للنبات .

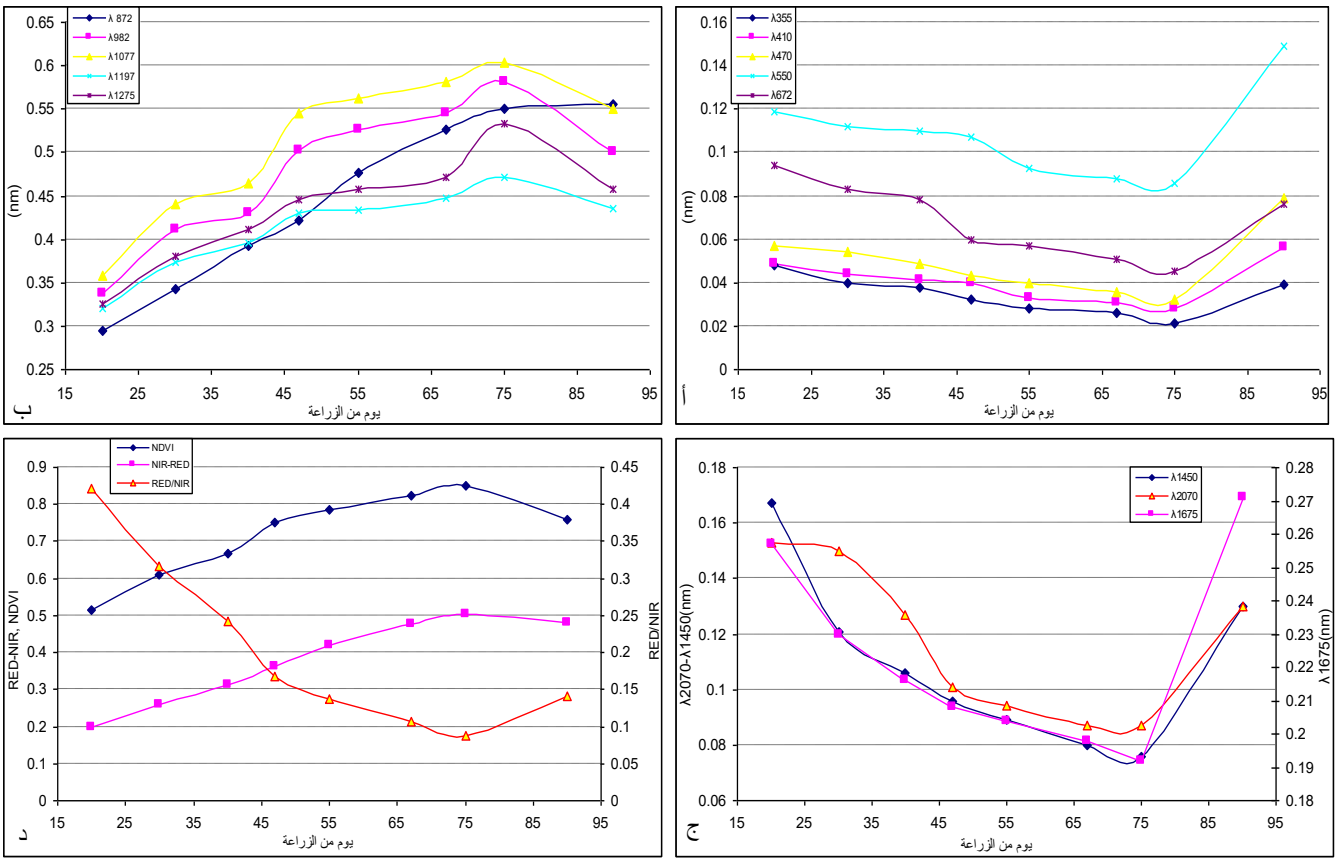


الشكل (11) الاستجابة الطيفية للذرة الصفراء العلفية خلال مراحل نموها

2 – 1- المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو

يبين الشكل (12) قيم الانعكاس للمجالات الطيفية والأدلة النباتية NIR-RED,RED/NIR,NDVI لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو. أدّى عرض القنوات الطيفية التي حددت برمجياً وفق مراكز القنوات (λ355, λ410, λ470, λ550 , λ672 , λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275, λ1450, λ2070, λ2285) والأدلة النباتية RED/NIR,NIR-RED و NDVI في منحنيات بيانية الشكل(12), إلى بيان أن هناك نوعين من الاتجاه العام في سلوك هذه القنوات خلال مراحل النمو, مع الاحتفاظ بخصوصية وكمية الانعكاس المسجل لكل قناة عن غيرها, فالاتجاه الأول كان سلوك القنوات الطيفية قصيرة الموجة من المجال المرئي حتى الأحمر, وهي القنوات (λ355, λ410, λ470, λ550 , λ672)والأمواج الطويلة الموجة من المجال تحت الأحمر البعيد, وهي القنوات(λ1450,λ2070,λ2285) والدليل النباتي RED/NIR, حيث انخفضت قيم الانعكاس فيها بتقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو الخضري (بعمر 75 يوم من الزراعة تقريباً). بينما سلكت القنوات تحت الأحمر القريبة والمتوسطة وهي القنوات (λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275) والدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED سلوكاً معاكساً, حيث تزايدت بتقدم عمر النبات حتى نفس مرحلة النمو السابقة وبعدها بدأت بالانخفاض. وفيما يلي أهم قنوات تلك المجاميع .

انخفضت قيم الانعكاس في المجال(λ672) نانومتر بتقدم مراحل النمو لتبلغ أدناها بعد 75 يوم من الزراعة, ثم يبدأ بعدها بالتزايد بشكل كبيرعن قيمته في المرحلة السابقة. فبلغت قيمة المجال بعد 75 يوم (0.076) بينما كانت في المرحلة التي قبلها (0.45). بينما على العكس يتزايد الانعكاس في المجال (λ872) نانومتر بتقدم مراحل النمو حتى نفس مرحلة النمو السابقة ليبدأ بعدها بالانخفاض بشكل تدريجي. كما أخذ منحنى قيم الـ NDVI نفس سلوك الانعكاس للمجال الطيفي (λ872) نانومتر تقريباً خلال مراحل النمو. وبالمقارنة بين منحنى الصفات الخضرية (شكل 8) وقيم الانعكاس يلاحظ أن هناك تماثل في اتجاه الزيادة خلال مراحل النمو حتى 75 يوم, ثم يبدأ بعدها بالانخفاض, وذلك لمنحنى الانعكاس في المجال (λ872) نانومتر وقيم الـNDVI. بينما يلاحظ أن الانعكاس عند المجال الطيفي (λ672) نانومتر سلك سلوكاً معاكساً تماماً لسلوك اليخضور وبنفس معدلات التغير لكن بالحالة المعاكسة حتى المرحلة السابقة ذاتها. والتي عندها اختلف معدل التغير حيث كان انخفاض اليخضور بنسبة (10%) فكانت قيمته بعد 75 يوم قد بلغت (CCI 21.81) ووصلت بعد 90 يوم إلى (CCI 21.31) بينما ازداد الانعكاس بنسبة (60%) وهذا لا يعود للارتباط السلبي بين قيم الانعكاس في المجال الطيفي (λ672) نانومتر وقيم اليخضور في النبات فقط (حيث هناك معدلات التغير ثابتة) إنما لوجود عامل إضافي هو الانعكاس الناتج عن النورات المذكرة غير الخضراء, وكانت الفروق باختلافها معنوية عند مستوى دلالة 5%. والجدير بالذكر أن ما تم تسجيله لم يتفق مع (Lizaso *et al* ., 2004) .



الشكل (12) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو لنباتات الذرة الصفراء العلفية

2-2 –المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

يبين الجدول (4) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الرّي والتسميد الآزوتي. تناسبت قيمة الانعكاس عن نباتات الذرة في المجال (λ672) عكساً مع معدل التزود المائي. فعند مستوى ري I%100 بلغت قيمة الانعكاس 0.046, وازدادت لتبلغ 0.074 مع تناقص مستوى الرّي إلى I%50 و 0.084 عند مستوى I%25. كما تناسبت قيمة الانعكاس في هذا المجال عكساً مع معدل التسميد الآزوتي فكانت قيمته عند مستوى تسميد آزوتي N%100 قد بلغت 0.052, وتزايدت مع تناقص كمية السماد الآزوتي المعطى للنبات, فبلغت 0.062 عند مستوى تسميد N%50 لتصل إلى 0.090 بدون تسميد آزوتي و بفروق معنوية عند جميع المستويات. وقد أشار إلى منحنى مماثل (Wolfey., 1971).

وقد أظهر التفاعل بين عاملي الدراسة تناسب عكسي أيضاً, فضمن مستوى الرّي الواحد تزايدت قيمة الانعكاس مع تناقص معدل السماد الآزوتي المضاف للنبات فعند مستوى ري I%100 كانت قيمة انعكاس المجال قد بلغت 0.035, 0.044, 0.060 عند مستويات التسميد N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. كما سلك مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فبلغت قيمة الانعكاس 0.050, 0.063, 0.110 لمستويات التسميد الآزوتي السابقة, وكانت قيمة الانعكاس ضمن مستوى الرّي I%25 قد بلغت 0.071, 0.078, 0.101 على التوالي لمستويات التسميد الآزوتي المختلفة. و ممّا سبق يمكن الاستنتاج التناسب

العكسي المعنوي بين الانعكاس الطيفي في المجال (λ672) نانومتر عن نباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو والمستويات المختلفة للرّي والتسميد الآزوتي حيث كان تأثير مستويات التسميد الآزوتي أكبر مع انخفاض مستويات التزود المائي. ممّا يدل على أهمية الارتباط لهذا المجال الطيفي مع مستويات التسميد الآزوتي لنبات الذرة الصفراء .

وسلكت المجالات الطيفية (λ355, λ410, λ470, λ1450, λ1675, λ2070) السلوك ذاته كما سلك الدليل النباتي RED/NIR السلوك العام ذاته, ولكن كان تأثير التزود المائي أكبر من تأثير التسميد الآزوتي في تحديد قيمة هذا الدليل. وذلك يبدو واضحاً من الفروق الكبيرة بين مستويات الرّي المختلفة, والتي فاقت بكثير قيمة الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي, بالإضافة إلى أن أعلى قيمة للدليل كانت عند مستوى ري I%25 وأدنى قيمة له عند مستوى الرّي I%100.

الجدول (4) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الرّي و التسميد الآزوتي لنباتات الذرة الصفراء العلفية

المعاملات		المؤشرات الطيفية							
		λ 355	λ 410	λ 470	λ 555	λ 672	λ 872	λ 982	λ 1077
I	I%100	0.202	0.034	0.042	0.103	0.046	0.532	0.541	0.572
	I%50	0.222	0.041	0.050	0.108	0.074	0.480	0.474	0.505
	I%25	0.242	0.045	0.054	0.113	0.084	0.322	0.423	0.463
N	N%100	0.206	0.035	0.042	0.097	0.052	0.481	0.514	0.545
	N%50	0.218	0.040	0.048	0.106	0.062	0.427	0.481	0.521
	N%0	0.243	0.045	0.056	0.121	0.090	0.426	0.443	0.473
L S D 5%		0.017	0.004	0.006	0.010	0.003	0.009	0.027	0.038
I%100	N%100	0.180	0.030	0.038	0.088	0.035	0.577	0.596	0.626
	N%50	0.197	0.035	0.042	0.100	0.044	0.517	0.536	0.575
	N%0	0.229	0.039	0.048	0.120	0.060	0.501	0.492	0.515
I%50	N%100	0.205	0.036	0.043	0.096	0.050	0.530	0.503	0.534
	N%50	0.220	0.042	0.050	0.107	0.063	0.494	0.480	0.517
	N%0	0.240	0.045	0.057	0.122	0.110	0.417	0.439	0.463
I%25	N%100	0.232	0.040	0.046	0.106	0.071	0.345	0.442	0.476
	N%50	0.235	0.044	0.054	0.109	0.078	0.335	0.428	0.472
	N%0	0.259	0.051	0.063	0.123	0.101	0.286	0.399	0.442
L S D 5%		0.029	0.007	0.011	0.018	0.006	0.019	0.046	0.065
		λ 1197	λ 1275	λ 1450	λ 1675	λ 2070	NDVI	NIR-RED	RED/NIR
I	I%100	0.456	0.480	0.093	0.202	0.099	0.841	0.486	0.086
	I%50	0.407	0.429	0.108	0.222	0.114	0.733	0.406	0.154
	I%25	0.377	0.397	0.123	0.242	0.135	0.586	0.238	0.261
N	N100%	0.443	0.458	0.089	0.206	0.100	0.805	0.429	0.108
	N50%	0.408	0.432	0.104	0.218	0.110	0.746	0.365	0.145
	N0%	0.390	0.416	0.132	0.243	0.138	0.651	0.336	0.211
L S D 5%		0.027	0.027	0.011	0.017	0.013	0.013	0.027	0.038
I%100	N%100	0.493	0.509	0.074	0.180	0.087	0.886	0.542	0.061
	N%50	0.439	0.479	0.091	0.197	0.095	0.839	0.457	0.088
	N%0	0.437	0.451	0.115	0.229	0.115	0.792	0.457	0.116
I%50	N%100	0.428	0.442	0.089	0.205	0.099	0.828	0.480	0.094
	N%50	0.409	0.428	0.102	0.220	0.109	0.774	0.431	0.128
	N%0	0.385	0.417	0.132	0.240	0.135	0.583	0.307	0.264
I%25	N%100	0.408	0.421	0.105	0.232	0.115	0.650	0.264	0.212
	N%50	0.375	0.389	0.118	0.235	0.126	0.571	0.208	0.273
	N%0	0.348	0.380	0.148	0.259	0.165	0.547	0.244	0.293
L S D 5%		0.046	0.046	0.019	0.029	0.023	0.027	0.046	0.065

كما يوضح الجدول (4) أن الانعكاس في المجال (λ872) نانومتر يتناسب طرداً مع كل من معدل التزود المائي والتسميد الآزوتي. فقد بلغت قيمة انعكاس المجال 0.532, 0.480, 0.322 عند مستويات الرّي I%100, I%50, I%25 على التوالي. كما بلغت قيمة الانعكاس 0.481, 0.427, 0.426 لمستويات تسميد آزوتي N%100, N%50, N%0. وقد أظهرالتأثير التفاعلي تناسباً طردياً أيضاً فتناقصت قيمة

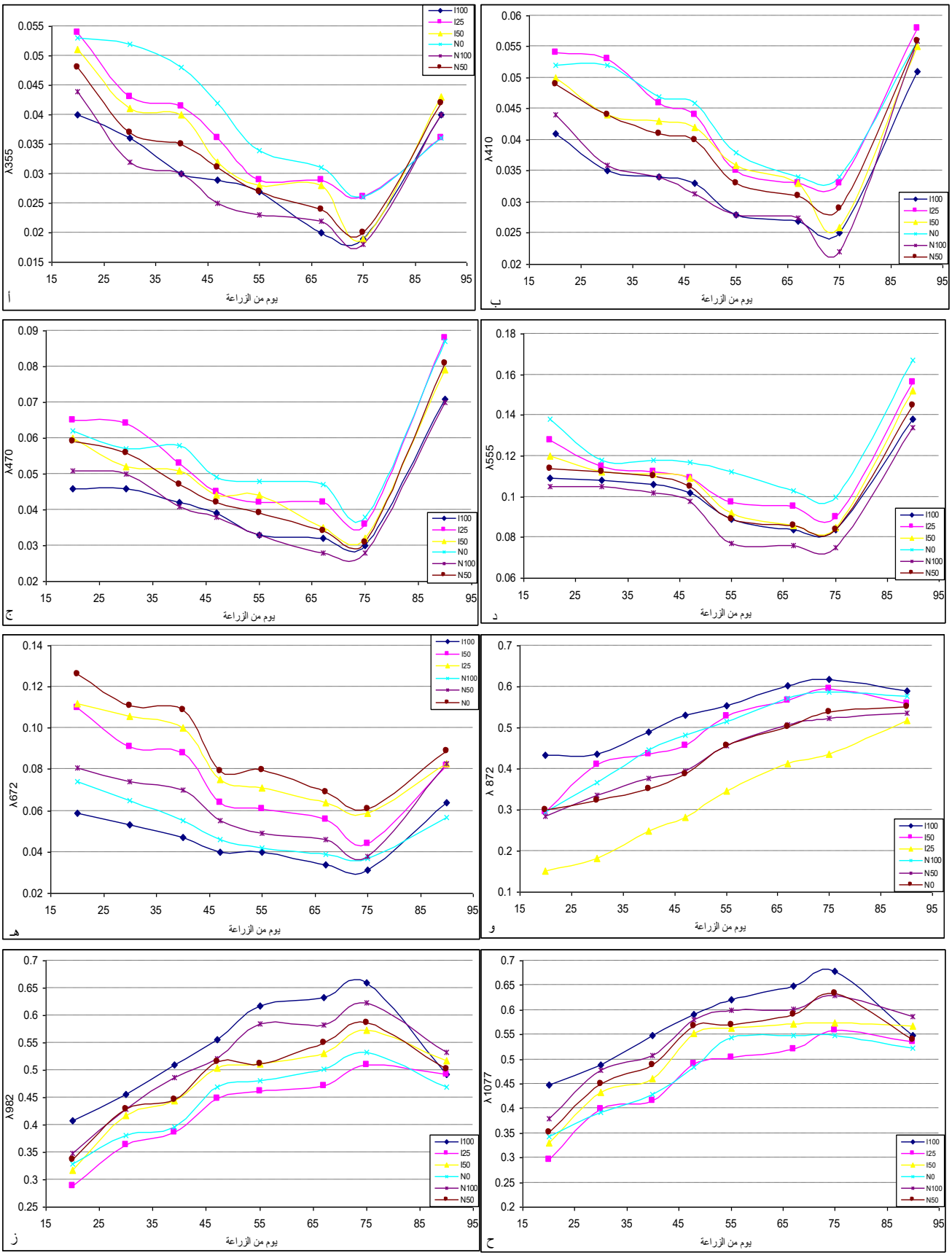
الانعكاس ضمن مستوى ري I%100, وتناقص كمية السماد فكانت القيمة (0.577) عند مستوى تسميد آزوتي N%100, وتناقصت لتصل (0.501) عند مستوى تسميد آزوتي N%0. كما سلك مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فكانت قيمة الانعكاس 0.530, 0.494, 0.417 عند مستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0 كما كان الامر ذاته ضمن مستوى الرّي I%25 بفروق($P<0.05$)

وبمقارنة قيم الانعكاس للمجال (λ872) عند مستوى ري I%100 ومستوى تسميد آزوتي N%100 واللتان بلغتا 0.532, 0.481 على التوالي. وكذلك مقارنته عند I%25 و N%0 واللتان بلغتا 0.322, 0.426. وهذا يعني حساسية قيم الانعكاس في هذا المجال الطيفي للتغيرات في مستوى التزود المائي أكبر منه للتغير في مستوى التسميد الآزوتي. وهذا يعني العلاقة القوية والموجبة بين هذا المجال الطيفي والتزود المائي (جدول 1). سلك تأثير الري و التسميد الآزوتي في المجالات الطيفية (λ982 , λ1077 , λ1197 , λ1275) السلوك ذاته الذي سلكه في المجال (λ872) .

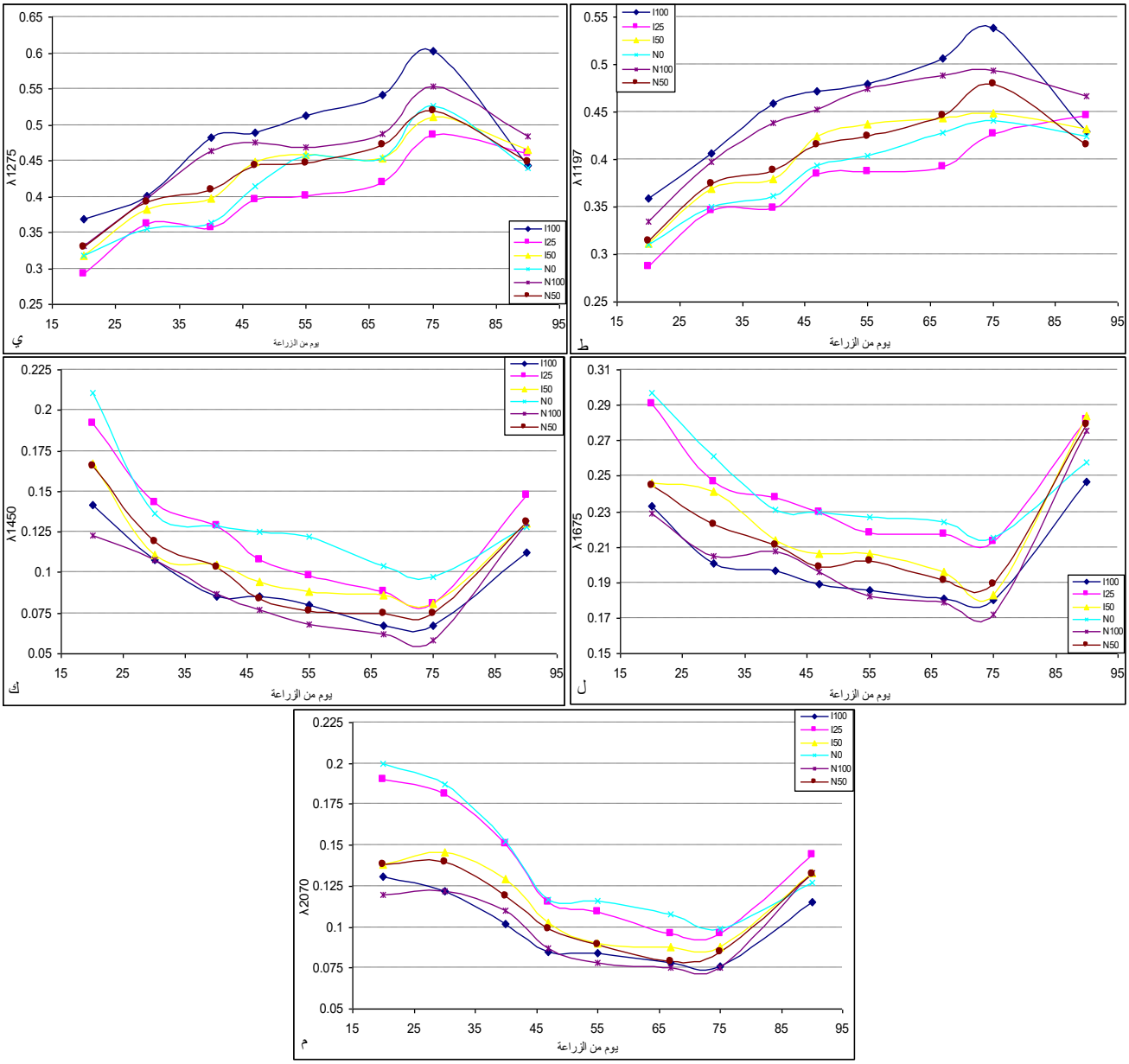
وبالنسبة لدليل الغطاء النباتي الـ NDVI فقد سلك نفس سلوك المجال (λ872) نانومتر مع المعاملات المدروسة فكان يتزايد مع تزايد السماد الآزوتي وكمية مياه الرّي المعطاة للنبات. فبالنسبة لمستويات الرّي بلغت قيمة الدليل 0.841, 0.733, 0.586 عند مستويات الرّي I%100, I%50, I%25, وكانت القيم 0.805, 0.746, 0.651 عند مستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0 . كما أظهر التفاعل العاملي تناسباً طردياً أيضاً فبلغت قيمة الدليل 0.886, 0.839, 0.792 عند مستويات التسميد المختلفة ضمن مستوى ري I%100 . كما بلغت القيم 0.828, 0.774, 0.583 و 0.650, 0.571, 0.547 لمستويات التسميد السابقة عند مستويي ري I%50 , I%25 على التوالي. ويظهر الجدول أن أعلى قيم للـ NDVI كانت عند مستوي ري I%100 ثم I%50, وأخيراً I %25 ولجميع مستويات التسميد الآزوتي ضمنها. حيث انخفضت بشكل كبير عند مستوى الرّي I%25 حتى عند مستوى تسميد N%100. مّما يعني الأهمية البالغة للرّي في التأثير على قيم الـ NDVI بالدرجة الأولى والتي تحدد قيمة الانعكاس أيضاً على مستويات التسميد الآزوتي. لذا يمكن الاستفادة من هذه العلاقة القوية الطردية بين قيم الـ NDVI و مستويات الرّي والتسميد الآزوتي. وسلك الدليل النباتي NIR-RED السلوك ذاته للدليل NDVI .

2- 3 – المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

يبين الشكل (13) قيم الانعكاس الطيفي للمجالات الطيفية المختلفة والأدلة النباتية لنباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو تحت تأثير معاملتي الرّي و التسميد . فكان انعكاس المجال الطيفي (λ672) يتناقص في كلا المعاملتين بتقدم مراحل النموحتى 75 يوم ليبدأ بعدها بالتزايد و بشكل واضح الشكل (13 – هـ) , حيث انخفض من قيمة 0.059 بعد 20 يوم من الزراعة إلى 0.031 بعد 75 يوم عند مستوى ري I%100 كما أن معاملتي الرّي I%50 و I%25 أظهرتا نفس السلوك , فتناقصت من 0.110 إلى 0.044 في المستوى I%50 ومن 0.112 إلى 0.059 في المستوى I%25 خلال نفس مرحلة النمو .



الشكل (13) المؤشرات الطيفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي



تابع الشكل (13) المؤشرات الطيفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

بينما تزايدت قيمة الانعكاس في المرحلة الأخيرة بشكل كبير وفجائي وهذا يعود كما ذُكِر سابقاً لأمرين الأول هو بداية انخفاض تركيز اليخضور(صفة اليخضور خلال مراحل النمو, شكل9- أ), لدخوله في مراحل النمو المتقدمة من الطور الإثماري. والأمر الثاني الأكثر تأثيراً على هذا المجال الطيفي وهو حجم النورات المذكرة التي تزيد من قيمة الانعكاس في هذا المجال الطيفي. كما يلاحظ أن قيمة الانعكاس لهذا المجال تتزايد مع انخفاض كمية مياه الرّي المعطاة للنبات فكانت قيمة الانعكاس أقل ما يمكن عند مستوى ري I%100, فكانت القيمة 0.059, 0.053, 0.047, 0.040, 0.034, 0.031 خلال مراحل النمو المختلفة على التوالي. وازدادت عند مستوى الرّي I%50 لتصل إلى 0.110, 0.091, 0.088, 0.064, 0.061, 0.056, 0.044 خلال مراحل النمو المسجّلة. وكانت قد ازدادت أيضاً عند مستوى ري I%25 لتبلغ 0.112, 0.100, 0.075, 0.071, 0.064, 0.059 مع التقدم بعمر النبات. وقد كانت الفروق معنوية

عند مستوى 5%. أما بالنسبة لقيمة الانعكاس ضمن مستويات التسميد فتناقصت قيمة انعكاس المجال السابق مع تقدم مراحل النمو, بينما ازدادت مع انخفاض مستوى السماد الآزوتي المضاف وخلال كافة مراحل النموالمختلفة. فعند مستوى تسميد N%100 كانت القيمة قد بلغت 0.74, 0.065, 0.055, 0.046, 0.042, 0.039, 0.037 مع تقدم النبات بالعمر. وازدادت عند مستوى N%50 وبلغت 0.081, 0.074, 0.070, 0.055, 0.049, 0.046, 0.038 عند نفس مراحل النمو. كما ازدادت عند عدم إضافة السماد الآزوتي للنبات N%0 لتصل إلى 0.126, 0.111, 0.109, 0.097, 0.080, 0.069, 0.061 خلال مراحل النمو ذاتها وعلى التوالي. وسلكت المجالات الطيفية (λ355, λ410 , λ465 ,λ1450, λ1675 , λ2070) والدليل النباتي RED/NIR السلوك ذاته خلال مراحل النمو.

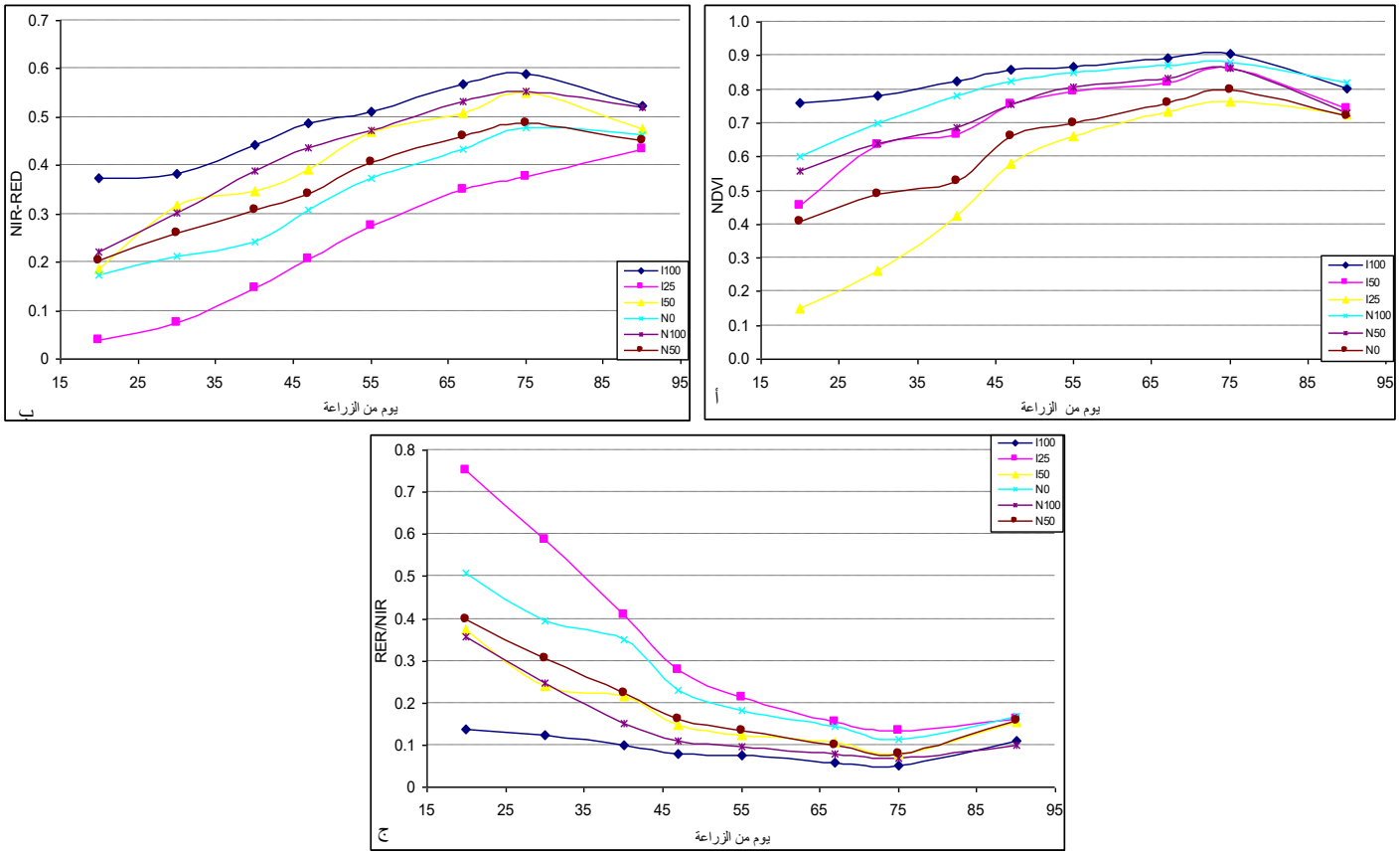
كما يبين الشكل (13 - و) قيم المجال الطيفي (λ872) تحت تأثير المعاملتين المدروستين خلال مراحل النمو. يلاحظ تزايد قيمة انعكاس المجال مع التقدم بمراحل النمو في معاملة الرّي الواحدة, بينما كانت تتناقص مع انخفاض معدل الرّي. فكانت القيم عند مستوى ري I%100 بلغت 0.434, 0.436, 0.491, 0.530, 0.553, 0.602, 0.619 خلال مراحل النمو المتتالية وعلى التوالي,بينما كانت 0.295, 0.409, 0.436, 0.456, 0.529, 0.566, 0.595 و 0.152, 0.182, 0.248, 0.281, 0.346, 0.414, 0.437 عند مستويي ري I%50 و I%25 على التوالي خلال مراحل النمو نفسها. وبالنسبة لمعاملة التسميد الآزوتي يلاحظ أن قيمة انعكاس المجال الطيفي السابق قد ازدادت مع التقدم بالمراحل ولكن انخفضت مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي.فكانت القيم عند مستوى تسميد كامل N%100 قد بلغت 0.296, 0.367 , 0.446 , 0.483 , 0.516 ,0.571, 0.588, 0.578 خلال مراحل النمو المختلفة. وتناقصت القيم السابقة مع انخفاض كمية السماد الآزوتي إلى N%50 لتبلغ 0.285 ,0.335, 0.396, 0.456, 0.508, 0.524, 0.535 و 0.301, 0.324, 0.352, 0.387 ,0.456, 0.502, 0.539, 0.551 عند مستوى تسميد N%0. كما أن قيم الانعكاس لهذا المجال الطيفي بدأت بالتناقص بعد 80 يوم من الزراعة وذلك للأسباب المذكورة سابقاً, ولم تظهر الفروق معنوية بعمر 20 يوم وعمر 90 يوم بينما أظهرت فروقاً معنوية عند بقية المراحل عند مستوى معنوية 5% لكل من المعاملتين المدروستين .

سلكت المجالات الطيفية (λ982 , λ11077 , λ1197 , λ1275) السلوك ذاته .

سلك دليل الغطاء النباتي سلوك المجال (λ872) فازدادت قيمته خلال مراحل النمو وتناقصت مع انخفاض مستويي الرّي والتسميد الآزوتي. فيتضح ازدياد قيمته عند الانتقال من مرحلة بداية النمو إلى مرحلة متقدمة منه وتناقصه عند الانتقال من مستوى ري (تسميد آزوتي) إلى مستوى أقلّ فكانت القيمة عند مستوى الرّي I%100 قد بلغت (0.759 و 0.902) بعد 20 يوم (بداية النمو) و 75 يوم (مرحلة متقدمة). بينما تناقصت مع تناقص معدل الرّي I%50 لتصل 0.470 ,0.857 و 0.150 , 0.762 عند مستوى I%25 في نفس المرحلتين. أما ضمن مستويات التسميد الآزوتي فكانت قيمة الـ NDVI أكبر ما يمكن عند مستوى تسميد

آزوتي N%100 فقد بلغت قيمته 0.524, 0.873 عند المرحلتين السابقتين و0.480, 0.854 و 0.374 0.759 عند مستويي التسميد N%50 و N%0 على التوالي عند نفس المرحلتين السابقتين. وكانت الفروق ذات معنوية عند مستوى 5% وسلك الدليل النباتيNIR-RED سلوك الدليل الـNDVI .

وبالنتيجة من الدراسة لتأثير الرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو على المؤشرات الطيفية فإن النتيجة العامة هي ذاتها خلال حياة النبات ككل لسلوك نفس المنحنى العام هذا على كل مراحل النمو من حيث منحنى ارتباط المؤشر الطيفي مع الصفة العلفية والخضرية المدروسة خلال جميع مراحل النمو يضاف إليها أن مؤشر الانعكاس الطيفي فقط في المجال (λ672) نانومتر وبالتحديد بعد 75 يوم وذلك لتأثير وجود حجم النورات المذكرة على هذا المجال بعد تاريخ وجودها ونضجها .



تابع الشكل (14) الأدلة النباتية لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

4-2 –المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي لعاملي الرّي والتسميد الآزوتي

يبين الجدول (5) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الذرة تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو. حيث سجلت أعلى قيمة إنعكاس للمجال الطيفي (λ672) نانومتر في بداية مراحل النمو و تناقصت القيمة مع التقدم بمراحل النمو حتى الوصول إلى مرحلة النضج , فتحت تأثير مستوى I%100 من الرّي و N%100 من التسميد الآزوتي تناقصت قيمة الانعكاس من 0.055 بعمر 20 يوم إلى 0.022 بعمر75 يوم , ثم تزايدت بعد ذلك لتصل إلى 0.05 بعمر 90 يوم , و بلغت قيمة الانعكاس (0.057 ,

0.066) مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 و N%0 على التوالي بعمر 20 يوم , و وصلت إلى (0.026 , 0.046) على التوالي بعمر 75 يوم لنفس المستوى من الرّي و مستويي التسميد الآزوتي , لتصل بعد 90 يوم إلى (0.076 , 0.067) للمستويين السابقين على التوالي , و سلكت مستويات التسميد الآزوتي ضمن مستويي الرّي I%50 , I%25 , السلوك الذي سلكته ضمن مستوى الرّي الكامل .

الجدول (5) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الذرة الصفراء العلفية تحت التأثير التفاعلي للري و التسميد الآزوتي خلال مراحل النمو

المعاملات		يوم من الزراعة							
		20	30	40	47	55	67	75	90
				λ 355					
I%100	**N%100**	0.04	0.025	0.025	0.026	0.023	0.015	0.015	0.037
	N%50	0.042	0.035	0.03	0.022	0.032	0.017	0.017	0.042
	N%0	0.039	0.049	0.036	0.039	0.025	0.027	0.024	0.04
I%50	**N%100**	0.043	0.036	0.032	0.024	0.021	0.025	0.016	0.041
	N%50	0.054	0.039	0.038	0.031	0.024	0.025	0.019	0.052
	N%0	0.056	0.047	0.049	0.041	0.041	0.032	0.022	0.036
I%25	**N%100**	0.05	0.034	0.034	0.023	0.025	0.024	0.022	0.043
	N%50	0.048	0.035	0.038	0.04	0.026	0.029	0.024	0.032
	N%0	0.063	0.06	0.059	0.046	0.036	0.035	0.033	0.033
LSD 5%		0.007	0.004	0.003	0.003	0.010	0.005	0.002	0.011
				λ 410					
I%100	**N%100**	0.041	0.028	0.028	0.026	0.024	0.022	0.019	0.048
	N%50	0.041	0.035	0.032	0.034	0.033	0.025	0.026	0.052
	N%0	0.041	0.041	0.042	0.04	0.027	0.035	0.031	0.053
I%50	**N%100**	0.043	0.037	0.04	0.035	0.026	0.039	0.02	0.051
	N%50	0.053	0.043	0.043	0.043	0.034	0.035	0.029	0.057
	N%0	0.055	0.052	0.047	0.048	0.047	0.024	0.03	0.059
I%25	**N%100**	0.048	0.045	0.035	0.039	0.034	0.025	0.027	0.069
	N%50	0.053	0.055	0.048	0.043	0.032	0.033	0.032	0.058
	N%0	0.062	0.063	0.054	0.048	0.041	0.042	0.041	0.055
LSD 5%		0.006	0.004	0.005	0.003	0.009	0.007	0.002	0.014
				λ 470					
I%100	**N%100**	0.047	0.044	0.033	0.037	0.028	0.024	0.026	0.063
	N%50	0.046	0.047	0.04	0.037	0.036	0.031	0.028	0.073
	N%0	0.046	0.047	0.054	0.045	0.036	0.041	0.035	0.076
I%50	**N%100**	0.05	0.046	0.047	0.041	0.041	0.024	0.028	0.065
	N%50	0.064	0.054	0.048	0.045	0.037	0.035	0.031	0.083
	N%0	0.066	0.057	0.058	0.046	0.054	0.046	0.036	0.089
I%25	**N%100**	0.056	0.059	0.043	0.037	0.03	0.035	0.03	0.082
	N%50	0.066	0.066	0.053	0.043	0.042	0.037	0.035	0.086
	N%0	0.073	0.068	0.063	0.056	0.055	0.053	0.043	0.096
LSD 5%		0.008	0.003	0.003	0.010	0.009	0.003	0.004	0.026
				λ 555					
I%100	**N%100**	0.092	0.095	0.096	0.094	0.07	0.071	0.073	0.111
	N%50	0.099	0.111	0.107	0.098	0.084	0.084	0.083	0.137
	N%0	0.136	0.118	0.116	0.115	0.113	0.098	0.096	0.166
I%50	**N%100**	0.104	0.103	0.104	0.102	0.081	0.072	0.075	0.127
	N%50	0.124	0.114	0.111	0.106	0.083	0.086	0.082	0.151
	N%0	0.133	0.119	0.118	0.118	0.112	0.099	0.096	0.179
I%25	**N%100**	0.12	0.116	0.104	0.098	0.08	0.084	0.076	0.165
	N%50	0.119	0.11	0.112	0.112	0.099	0.089	0.088	0.146
	N%0	0.144	0.117	0.12	0.117	0.113	0.111	0.107	0.156
LSD 5%		0.012	0.016	0.004	0.017	0.013	0.007	0.004	0.046
				λ 672					
I%100	**N%100**	0.055	0.042	0.034	0.028	0.024	0.023	0.022	0.050
	N%50	0.057	0.048	0.045	0.038	0.032	0.031	0.026	0.076
	N%0	0.066	0.069	0.061	0.055	0.065	0.048	0.046	0.067
I%50	**N%100**	0.074	0.067	0.054	0.043	0.039	0.036	0.034	0.052
	N%50	0.087	0.078	0.069	0.053	0.051	0.048	0.039	0.083
	N%0	0.169	0.128	0.141	0.096	0.092	0.085	0.060	0.112
I%25	**N%100**	0.094	0.086	0.078	0.066	0.064	0.059	0.054	0.069
	N%50	0.098	0.097	0.096	0.074	0.064	0.059	0.048	0.091
	N%0	0.144	0.136	0.124	0.085	0.084	0.074	0.076	0.088
LSD 5%		0.016	NS	0.013	0.011	0.013	0.012	NS	NS

تابع الجدول (5) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الذرة الصفراء العلفية تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو

				λ 872					
	N%100	0.442	0.462	0.557	0.604	0.616	0.685	0.694	0.559
I%100	**N%50**	0.438	0.425	0.468	0.581	0.528	0.583	0.660	0.555
	N%0	0.413	0.421	0.448	0.504	0.523	0.577	0.603	0.545
	N%100	0.334	0.473	0.501	0.499	0.577	0.619	0.624	0.642
I%50	**N%50**	0.308	0.420	0.432	0.460	0.589	0.626	0.655	0.499
	N%0	0.247	0.333	0.375	0.408	0.421	0.453	0.507	0.532
	N%100	0.181	0.218	0.279	0.345	0.423	0.476	0.506	0.533
I%25	**N%50**	0.143	0.168	0.232	0.249	0.356	0.410	0.447	0.542
	N%0	0.132	0.160	0.232	0.249	0.259	0.355	0.359	0.478
LSD 5%		NS	0.046	NS	0.046	0.046	0.046	0.046	0.065
				λ 982					
	N%100	0.415	0.492	0.594	0.597	0.727	0.702	0.734	0.512
I%100	**N%50**	0.405	0.484	0.499	0.586	0.58	0.603	0.615	0.513
	N%0	0.404	0.39	0.437	0.483	0.543	0.594	0.628	0.454
	N%100	0.299	0.425	0.464	0.507	0.579	0.551	0.625	0.576
I%50	**N%50**	0.328	0.417	0.417	0.523	0.518	0.556	0.607	0.475
	N%0	0.325	0.413	0.379	0.479	0.436	0.486	0.49	0.501
	N%100	0.333	0.368	0.405	0.462	0.451	0.493	0.509	0.512
I%25	**N%50**	0.275	0.383	0.358	0.436	0.433	0.492	0.536	0.513
	N%0	0.257	0.339	0.33	0.445	0.462	0.428	0.481	0.453
LSD 5%		0.046	0.046	0.022	0.046	0.046	0.065	0.065	0.065
				λ1077					
	N%100	0.48	0.52	0.655	0.646	0.757	0.681	0.708	0.565
I%100	**N%50**	0.442	0.514	0.559	0.63	0.565	0.647	0.686	0.555
	N%0	0.424	0.434	0.433	0.496	0.544	0.62	0.643	0.523
	N%100	0.344	0.487	0.458	0.602	0.561	0.601	0.574	0.64
I%50	**N%50**	0.351	0.424	0.47	0.584	0.553	0.589	0.647	0.515
	N%0	0.298	0.385	0.405	0.472	0.575	0.526	0.502	0.545
	N%100	0.316	0.424	0.407	0.495	0.48	0.523	0.603	0.556
I%25	**N%50**	0.264	0.412	0.435	0.49	0.518	0.539	0.57	0.55
	N%0	0.311	0.358	0.359	0.488	0.514	0.5	0.504	0.5
LSD 5%		0.046	0.046	0.046	0.065	0.046	0.046	0.065	0.092
				λ 1197					
	N%100	0.376	0.451	0.544	0.507	0.532	0.54	0.556	0.435
I%100	**N%50**	0.349	0.389	0.435	0.468	0.442	0.484	0.515	0.434
	N%0	0.353	0.38	0.399	0.441	0.463	0.495	0.547	0.417
	N%100	0.295	0.393	0.413	0.451	0.515	0.444	0.421	0.488
I%50	**N%50**	0.341	0.375	0.38	0.444	0.441	0.447	0.481	0.361
	N%0	0.301	0.339	0.345	0.409	0.355	0.437	0.444	0.447
	N%100	0.331	0.351	0.357	0.397	0.435	0.416	0.505	0.477
I%25	**N%50**	0.253	0.358	0.349	0.371	0.364	0.406	0.445	0.451
	N%0	0.278	0.329	0.342	0.383	0.361	0.353	0.333	0.408
LSD 5%		0.046	0.046	0.022	0.046	0.046	0.046	0.046	0.080
				λ1275					
	N%100	0.386	0.432	0.529	0.551	0.536	0.573	0.615	0.452
I%100	**N%50**	0.359	0.421	0.487	0.485	0.502	0.533	0.598	0.448
	N%0	0.362	0.346	0.428	0.432	0.498	0.516	0.595	0.43
	N%100	0.299	0.399	0.436	0.468	0.443	0.46	0.524	0.508
I%50	**N%50**	0.319	0.378	0.416	0.459	0.466	0.462	0.499	0.427
	N%0	0.333	0.369	0.34	0.418	0.464	0.438	0.509	0.464
	N%100	0.309	0.359	0.422	0.409	0.428	0.431	0.52	0.493
I%25	**N%50**	0.31	0.377	0.324	0.384	0.369	0.42	0.462	0.467
	N%0	0.258	0.35	0.322	0.395	0.406	0.407	0.477	0.422
LSD 5%		0.046	0.025	0.026	0.046	0.046	0.046	0.046	0.065
				λ 1450					
	N%100	0.076	0.097	0.065	0.083	0.06	0.044	0.057	0.106
I%100	**N%50**	0.151	0.109	0.083	0.076	0.073	0.06	0.065	0.109
	N%0	0.199	0.119	0.108	0.094	0.107	0.096	0.078	0.119
	N%100	0.121	0.103	0.093	0.072	0.083	0.064	0.068	0.11
I%50	**N%50**	0.164	0.113	0.093	0.08	0.068	0.089	0.075	0.136
	N%0	0.217	0.119	0.128	0.13	0.114	0.106	0.101	0.142
	N%100	0.173	0.124	0.102	0.076	0.06	0.078	0.049	0.175
I%25	**N%50**	0.184	0.136	0.134	0.097	0.088	0.076	0.084	0.147
	N%0	0.218	0.17	0.151	0.152	0.146	0.11	0.111	0.123
LSD 5%		0.011	0.007	0.014	0.018	0.022	0.012	0.009	0.046

تابع الجدول (5) قيم المؤشرلت الطيفية لنبات الذرة الصفراء العلفية تحت التأثير التفاعلي للري و التسميد الآزوتي خلال مراحل النمو

					λ 1675				
I%100	N%100	0.196	0.165	0.188	0.168	0.17	0.158	0.15	0.244
	N%50	0.228	0.199	0.195	0.185	0.173	0.171	0.182	0.246
	N%0	0.276	0.24	0.209	0.215	0.216	0.215	0.209	0.25
I%50	N%100	0.228	0.233	0.208	0.19	0.171	0.178	0.169	0.267
	N%50	0.233	0.235	0.206	0.196	0.208	0.185	0.184	0.312
	N%0	0.278	0.254	0.227	0.231	0.239	0.224	0.196	0.272
I%25	N%100	0.262	0.217	0.227	0.229	0.207	0.2	0.197	0.317
	N%50	0.274	0.236	0.232	0.217	0.225	0.219	0.202	0.279
	N%0	0.338	0.288	0.257	0.244	0.224	0.233	0.24	0.251
LSD 5%		0.031	0.017	0.016	0.016	0.046	0.025	0.009	0.046
					λ 2070				
I%100	N%100	0.108	0.094	0.098	0.081	0.076	0.066	0.061	0.109
	N%50	0.126	0.108	0.099	0.088	0.093	0.06	0.076	0.111
	N%0	0.159	0.164	0.109	0.086	0.082	0.108	0.09	0.124
I%50	N%100	0.114	0.097	0.121	0.09	0.095	0.08	0.08	0.117
	N%50	0.109	0.148	0.123	0.104	0.079	0.08	0.086	0.144
	N%0	0.19	0.192	0.142	0.113	0.098	0.105	0.099	0.137
I%25	N%100	0.138	0.176	0.113	0.09	0.064	0.08	0.084	0.172
	N%50	0.179	0.164	0.134	0.104	0.095	0.097	0.094	0.139
	N%0	0.251	0.203	0.204	0.151	0.168	0.112	0.11	0.121
LSD 5%		0.021	0.016	0.015	0.015	0.046	0.011	0.007	0.046
					NDVI				
I%100	N%100	0.779	0.833	0.885	0.911	0.925	0.935	0.939	0.836
	N%50	0.774	0.797	0.825	0.854	0.884	0.892	0.911	0.763
	N%0	0.724	0.718	0.760	0.803	0.779	0.846	0.858	0.812
I%50	N%100	0.608	0.752	0.805	0.841	0.873	0.890	0.897	0.850
	N%50	0.518	0.687	0.725	0.793	0.841	0.858	0.888	0.715
	N%0	0.291	0.445	0.453	0.619	0.641	0.684	0.788	0.652
I%25	N%100	0.207	0.323	0.563	0.679	0.695	0.748	0.784	0.771
	N%50	0.148	0.245	0.415	0.542	0.604	0.715	0.764	0.712
	N%0	0.114	0.232	0.303	0.491	0.669	0.731	0.739	0.689
LSD 5%		0.113	0.103	0.065	0.046	0.046	0.046	0.028	0.080
					NIR-RED				
I%100	N%100	0.387	0.42	0.523	0.576	0.592	0.661	0.672	0.509
	N%50	0.391	0.378	0.423	0.443	0.489	0.512	0.534	0.489
	N%0	0.347	0.352	0.388	0.449	0.459	0.53	0.557	0.578
I%50	N%100	0.23	0.406	0.447	0.456	0.539	0.582	0.59	0.591
	N%50	0.186	0.343	0.363	0.407	0.539	0.578	0.615	0.417
	N%0	0.139	0.205	0.234	0.312	0.328	0.368	0.447	0.42
I%25	N%100	0.049	0.083	0.201	0.279	0.292	0.351	0.393	0.465
	N%50	0.034	0.063	0.135	0.175	0.195	0.297	0.31	0.451
	N%0	0.037	0.081	0.109	0.164	0.339	0.403	0.43	0.39
LSD 5%		0.046	0.065	0.065	0.046	0.046	0.065	0.046	0.065
					RED/NIR				
I%100	N%100	0.125	0.092	0.061	0.047	0.039	0.035	0.032	0.09
	N%50	0.129	0.114	0.096	0.079	0.061	0.057	0.047	0.135
	N%0	0.161	0.167	0.141	0.109	0.124	0.082	0.077	0.104
I%50	N%100	0.251	0.143	0.109	0.087	0.067	0.059	0.055	0.08
	N%50	0.32	0.186	0.161	0.116	0.085	0.076	0.06	0.173
	N%0	0.549	0.386	0.376	0.236	0.22	0.187	0.119	0.21
I%25	N%100	0.695	0.509	0.281	0.197	0.181	0.144	0.12	0.128
	N%50	0.747	0.621	0.415	0.295	0.256	0.165	0.135	0.168
	N%0	0.812	0.628	0.533	0.341	0.202	0.158	0.15	0.187
LSD 5%		0.146	0.113	0.046	0.046	0.046	0.030	0.018	0.046

كما تناقصت قيمة الانعكاس مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, فضمن مستوى تسميد آزوتي كامل وبعمر20 يوم تناقصت قيمة الانعكاس من 0.094 إلى (0.074 , 0.055) عند الانتقال من مستوى الرّي I%25 إلى مستويي I%50 و I%100 على التوالي. و بنفس المرحلة من العمر وضمن مستوى ري يغطي كامل احتياجات النبات تناقصت قيمة الانعكاس من 0.066 إلى (0.057 , 0.055) عند زيادة مستوى التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 , N%100 على التوالي. كما سلكت بقية المراحل السلوك ذاته. ويعزى تزايد قيمة الانعكاس بشكل واضح في مرحلة بعد 90 يوم إلى عاملين أولهما يتعلق بتناقص كمية أو

نسبة بعض الصفات الخضرية والعلفية (اليخضور و البروتين) وثانيهما ظهور النورات المذكرة والتي أصبح جزءاً من الانعكاس عنها .

ويلاحظ من البيانات أن أعلى قيمة انعكاس سجلت عند أدنى مستويات التسميد الآزوتي, مّما يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) .

وبالمقارنة بين قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) في الجدول (5) وقيم اليخضور في الجدول (3) يلاحظ علاقة عكسية واضحة, حيث سجلت قيم اليخضور تزايداً مع تقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو للمعاملة المدروسة, في حين سجلت قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) تناقصاً خلال مراحل النمو المختلفة حتى مرحلة أوج النمو لنفس المعاملة السابقة, كما تزايدت قيمة اليخضور مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, بينما تناقصت قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, وتعزى هذه العلاقة العكسية إلى أن زيادة كمية اليخضور في النبات يزيد من امتصاص الاشعة الضوئية ضمن هذا المجال لاستخدامه في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تقل الأشعة المنعكسة عن النبات ضمن المجال السابق وهذا ما تماثل مع (Tucker *et al*., 1997:1987).

سلكت المجالات الطيفية (λ355, λ410, λ465, λ1450, λ1675, λ2070) والدليل النباتي RED/NIR السلوك ذاته, بينما سلك الدليل الأخير سلوكاً معاكساً لقيم نسبة البروتين الخام في كافة المعاملات المدروسة وخلال كافة مراحل النمو .

ويبين الجدول (5) أيضاً قيم المجال الطيفي (λ872) خلال مراحل النمو المختلفة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي. فتزايدت قيمة انعكاس المجال السابق مع التقدم بمراحل النمو لتبلغ أعلى قيمة لها في مرحلة أوج النمو للمعاملة المدروسة, لتتناقص بعدها بفعل عدة عوامل سيتم ذكرها لاحقاً. فتحت تأثير المستوى الكامل من كلا العاملين المدروسين (الرّي والتسميد الآزوتي) تزايدت قيمة إنعكاس المجال الطيفي (λ872) من 0.442 بعمر 20 يوم إلى 0.694 بعمر75 يوم, ثم تناقصت بعد ذلك لتصل إلى 0.559 بعمر 90 يوم, وبلغت قيمة الانعكاس (0.438 , 0.413) مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 و N%0 على التوالي بعمر 20 يوم. ووصلت إلى (0.66 , 0.603) على التوالي بعمر 75 يوم لنفس المستوى من الرّي ومستويي التسميد الآزوتي. لتصل بعد 90 يوم إلى (0.555 , 0.545) للمستويين السابقين على التوالي. وسلكت مستويات التسميد الآزوتي ضمن مستويي الرّي I%50 , I%25 السلوك الذي سلكته ضمن مستوى الرّي الكامل .

كما تزايدت قيمة الانعكاس مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, فضمن مستوى تسميد آزوتي كامل وبعمر 20 يوم ازدادت قيمة الانعكاس من 0.183 إلى (0.334 , 0.442) عند الانتقال من مستوى الرّي I%25 إلى مستويي I%50 , I%100 على التوالي. وبنفس المرحلة من العمر وضمن مستوى ري يغطي كامل احتياجات النبات ازدادت قيمة الانعكاس من 0.413 إلى (0.438 , 0.442) عند زيادة مستوى

التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 , N%100 على التوالي. كما سلكت بقية المراحل السلوك ذاته, ويعزى تناقص القيم في مرحلة بعد 90يوم لدخول عامل النورات المذكرة والتي أصبح جزئاً من قيم الانعكاس عنها ولانخفاض نسبة الوزن الرطب بدءاً من هذه المرحلة .

وبمقارنة قيم الانعكاس للمجال (λ872) بين مستويات الرّي ومستويات التسميد آزوتي, يلاحظ انخفاض قيمة الانعكاس بشكل واضح مع انخفاض كمية مياه الرّي المعطاة للنبات, بينما انخفضت بقيمة أقل مع انخفاض مستوى التسميد الآزوتي, حيث كانت أعلى قيم للانعكاس ضمن هذا المجال الطيفي عند المستوى الكامل من الرّي وذلك بغض النظر عن مستوى التسميد الآزوتي, كما بلغت القيم السابقة أدنى قيمها عند مستوى الرّي I%25 في مستويات التسميد المدروسة كلها وذلك في مراحل النمو كافة وفي كل المعاملات المدروسة, وهذا يعني أن حساسية قيم الانعكاس في هذا المجال الطيفي للتغيرات في مستوى التزود المائي أكبر منه للتغير في مستوى التسميد الآزوتي وهذا يعني العلاقة القوية والموجبة بين هذا المجال الطيفي والتزود المائي .

وبالمقارنة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) في الجدول وقيم الوزن الرطب في الجدول (3), يلاحظ أن التزايد في قيمة الانعكاس ترافق مع زيادة الوزن الرطب خلال كافة مراحل النمو ولكل المعاملات المدروسة, ممّا يدل على العلاقة الطردية القوية بين قيم انعكاس المجال الطيفي(λ872) وقيم الوزن الرطب.

سلكت المجالات الطيفية (λ982 , λ11077 , λ1197 , λ1275) السلوك ذاته للمجال الطيفي (λ872).

ويوضح الجدول قيم دليل الغطاء النباتي الـ NDVI خلال مراحل النمو تحت تأثير المستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي. فتزايدت قيم الدليل مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, حيث بلغت قيمة الدليل بعمر20 يوم وضمن مستوى ري يغطي كامل احتياجات النبات 0.724 وازدادت إلى 0.774 و 0.779 عند زيادة مستوى التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 و N%100 على التوالي.وبنفس العمر وضمن مستوى ري I%50 تزايدت قيمة الدليل من 0.291 إلى 0.518 و 0.608 لنفس مستويات التسميد على التوالي. كما أنه ضمن مستوى الرّي I%25 تزايدت من 0.114 إلى 0.148 و 0.207 لذات مستويات التسميد الآزوتي والمرحلة العمرية, وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته .

و يلاحظ من القيم السابقة تزايد قيمة الـ NDVI مع ازدياد مستوى الرّي وخلال كافة مراحل النمو, كما يلاحظ أن القيم ضمن مستويات الرّي بغض النظر عن مستويات التسميد الآزوتي بلغت قيماً أعلى من القيم التي بلغتها مستويات التسميد الآزوتي بغض النظر عن مستويات الرّي, والفروق التي وصلت إليها القيم بين مستويات الرّي أكبر من الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي, مما يعني أهمية عامل الرّي في تحديد قيمة الدليل السابق .

كما يبين الجدول تزايد قيمة الدليل السابق مع التقدم بعمر النبات, فتزايدت قيمته من 0.779 بعمر 20 يوم إلى 0.939 بعمر 75 يوم للمعاملة (N%100,I%100), لتبلغ 0.836 بعد 90 يوم, ومن 0.774 إلى

0.911 و 0.763 لنفس المراحل السابقة في المعاملة (N%50, I%100), ومن 0.724 إلى 0.858 و 0.812 للمعاملة (N%0 ,I%100) .

وسلكت بقية المعاملات باختلافها السلوك ذاته .

مّما سبق يتضح أن التزايد في قيمة دليل الغطاء النباتي الـNDVI ترافق مع زيادة في الوزن الرطب للنبات أو الكتلة الحية ودليل مساحة الأوراق, إذ تزايدت قيمة كل من الدليل والوزن الرطب ودليل المساحة الورقية بمنحنى متوازي حتى مرحلة أوج النمو لتتناقص قيمهما بسبب وصول النبات إلى بداية مرحلة النضج وبالاضافة لدخول عامل النورات المذكرة, وبالتالي يستنتج العلاقة الطردية القوية بين الـNDVI وكل من الوزن الرطب للنبات ودليل مساحة الأوراق .

إذاً وممّا سبق يتضح أن التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي التي أثرت على الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء –وبشكل معنوي– أدّت أيضاً إلى تغير في قيم الانعكاس المسجل عن هذه النباتات –وبشكل معنوي أيضاً– وفق علاقات متناسبة مع مستويات التغير في الرّي والتسميد الآزوتي حسب الطول الموجي والصفة النباتية الهدف, لترسم بذلك العلاقة التركيبية بين العناصر الثلاث : طول موجة – صفة نباتية – متغير في وسط النمو, فمثلاً عند تغير طول موجي محدد تكون صفة الوزن هي الهدف المدروس وتحدد كميتها حسب درجة تأثير متغيرات وسط النمو. وبعد معرفة طبيعة العلاقات المرتسمة سيتم تحديد واستنباط النماذج التي تقدر وتربط العناصر السابقة فيما بينها.

3 – العلاقات الطيفية – الخضرية والعلفية

3 -1 – ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية

يبين الجدول (6) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء فكانت قيمة الارتباط بين اليخضور والمجال الطيفي (λ672) نانومتر أكبر من قيم الارتباط بينه وبين بقية المؤشرات الطيفية إذ بلغت قيمته (0.67-) ومنه يلاحظ الارتباط السلبي القوي والتناسب العكسي وقد حصل على نفس المنحنى السلبي لكن على محاصيل أخرى كل من

(Tucker.,1977.1978 , Inoue., 1988 , Filella *et al*.,1995)

كما يبيّن الجدول أن ارتباط صفة الوزن الرطب كانت أكبر ما يمكن مع المجال الطيفي (λ872) نانومتر فبلغت (0.69) بعلاقة طردية وهذا ما تماثل مع كل من (Gelabert *et al*.,1996) على محصول الذرة وعلى محاصيل أخرى لدى كل من (Kollenkark *et al*.,1982,

Thenkabail *et al*.,1994 , and Li *et al* .,2001a) بينما اقترح (Osborne *et al* .,2002) مجالات أخرى لتقدير الوزن الرطب خلال مراحل النمو المختلفة . و تناسبت صفة الوزن الجاف طردياً مع المجال الطيفي (λ982) وبلغت قيمة الارتباط (0.86) كما أشار إلى ذلك (Perumal *et al*.,1999) في محصول القطن و (Thenkabail *et al* .,1994) في تحديد العلاقة الطردية . بينما تناسب دليل المساحة

الورقية طرداً مع الدليل النباتي بقيمة ارتباط بلغت (0.7) متناسقة بذلك مع ما تم تسجيله مع كل من (Hinzman *et al* .,1986) , Perumal *et al*.,1999 , and Abd El-Gawad *et al*.,2004a,b) كما تناسبت صفة البروتين الخام مع الدليل النباتي (NIR-RED) بقيمة ارتباط بلغت (0.85) وصفة الرماد الخام مع الدليل النباتي (RED/NIR) بقيمة ارتباط سلبية (0.8-) و صفة الألياف الخام مع المجال الطيفي (λ 355) بقيمة ارتباط (0.85-) .

الجدول (6) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية

المؤشرات الطيفية	الصفات الخضرية والعلفية						
	CH (CCI)	FW (g/700cm2)	DW (g/700cm2)	LAI	CP (g/700cm2)	CF (g/700cm2)	ASH (g/700cm2)
λ 355	-0.61*	-0.63*	-0.68*	-0.69*	-0.64*	-0.85*	-0.67*
λ 410	-0.45*	-0.39*	-0.20*	-0.47*	-0.27*	-0.10	-0.26*
λ 470	-0.40*	-0.30*	-0.10	-0.40*	-0.19*	-0.001	-0.18*
λ 550	-0.46*	-0.33*	-0.14	-0.41*	-0.24*	-0.04	-0.23*
λ 672	-0.67*	-0.57*	-0.43*	-0.66*	-0.46*	-0.35*	-0.47*
λ 872	0.51*	0.69*	0.62*	0.67*	0.61*	0.58*	0.61*
λ 982	0.66*	0.63*	0.86*	0.67*	0.76*	0.74*	0.79*
λ 1077	0.59*	0.61*	0.58*	0.67*	0.58*	0.53*	0.59*
λ 1197	0.56*	0.65*	0.53*	0.64*	0.53*	0.48*	0.54*
λ 1275	0.51*	0.65*	0.58*	0.65*	0.57*	0.54*	0.59*
λ1450	-0.59*	-0.50*	-0.34*	-0.60*	-0.38*	-0.27*	-0.38*
λ 1675	-0.48*	-0.37*	-0.16*	-0.45*	-0.26*	-0.06	-0.23*
λ 2070	-0.66*	-0.66*	-0.60*	-0.62*	-0.57*	-0.58*	-0.59*
NDVI	0.58*	0.60*	0.49*	0.7*	0.49*	0.44*	0.50*
NIR-RED	0.61*	0.57*	0.72*	0.67*	0.85*	0.67*	0.71*
RED/NIR	-0.52*	-0.54*	-0.46*	-0.61*	-0.43*	-0.43*	-0.80*

3 -2 – المعادلات الرّياضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية

يبين الجدول (7) قيم معاملات التحديد النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية المدروسة.

تم اختيار المؤشرات الطيفية الأفضل في تقدير كل صفة خضرية وعلفية على حدى اعتماداً على قيمة معامل الارتباط الأقوى (جدول 6)

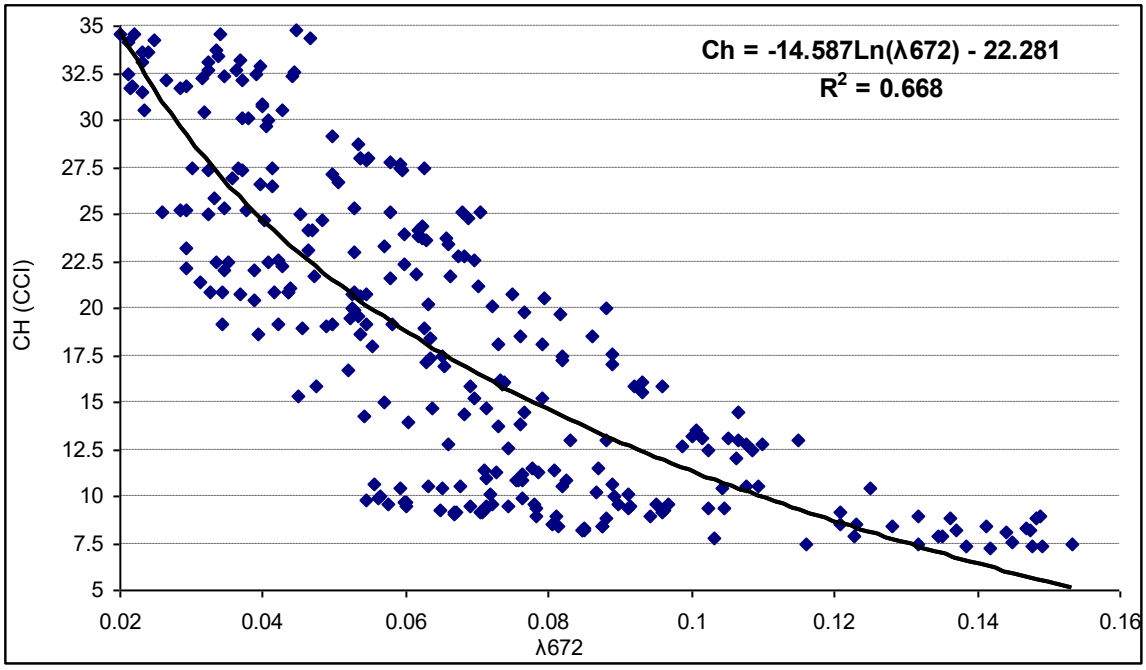
الجدول (7) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية

الصفة العلفية	المؤشر الطيفي	عدد البيانات	معامل التحديد	النموذج
اليخضور (CCI)	λ 672	288	0.67	**CH** = -14.587Ln(λ672) - 22.281
الوزن الرطب (g/700cm2)	λ 872	288	0.70	**FW** = $3.764e^{8.0603(\lambda 872)}$
الوزن الجاف (g/700cm2)	λ 982	288	0.74	**DW** = $1153.3(\lambda 982)^{5.1811}$
دليل مساحة الأوراق	NDVI	288	0.64	**LAI** = $0.4655e^{3.0512NDVI}$
البروتين (g/700cm2)	NIR -RED	288	0.73	**CP** = $0.1182e^{8.2545(NIR-RED)}$
الرماد (g/700cm2)	RED/ NIR	288	0.64	**ASH** = $0.1495(RED/NIR)^{-1.4318}$
الألياف (g/700cm2)	λ 355	288	0.72	**CF** = $5E\text{-}06(\lambda 355)^{-3.9058}$

بناءً على ما سبق تم استنباط المعادلات والنماذج الرّياضية التي تقدر هذه الصفات العلفية والخضرية وفق المؤشر الطيفي الأكثر دقة معها كما في الأشكال (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) .

وبالتالي يتم تقدير تركيز اليخضور(CCI) لنباتات الذرة الصفراء العلفية اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ672) نانومتر بالمعادلة اللوغارتمية التالية :

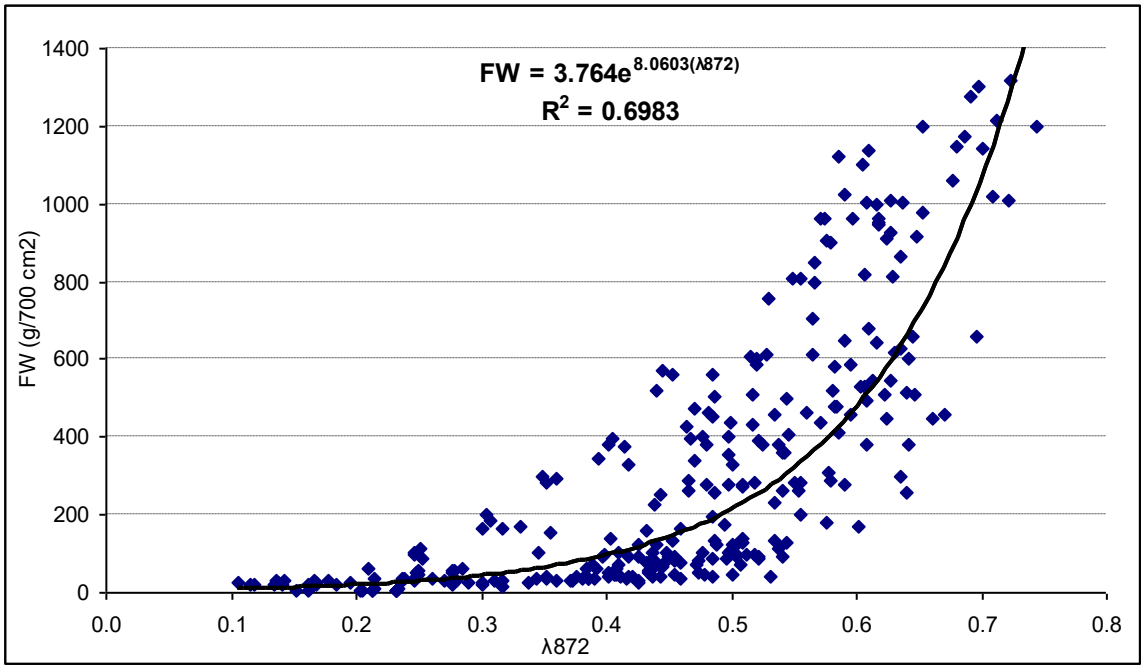
$$CH = -14.587\ Ln(\lambda 672) - 22.281 \quad \text{..... الشكل (15)}$$



الشكل (15) العلاقة بين المؤشر الطيفي (λ 672) واليخضور لنبات الذرة الصفراء العلفية

و ذلك يتم تقدير قيمة الوزن الرطب (غرام) في وحدة المساحة (700سم^2) لنباتات الذرة الصفراء العلفية اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ872) نانومتر بالمعادلة الأسية التالية :

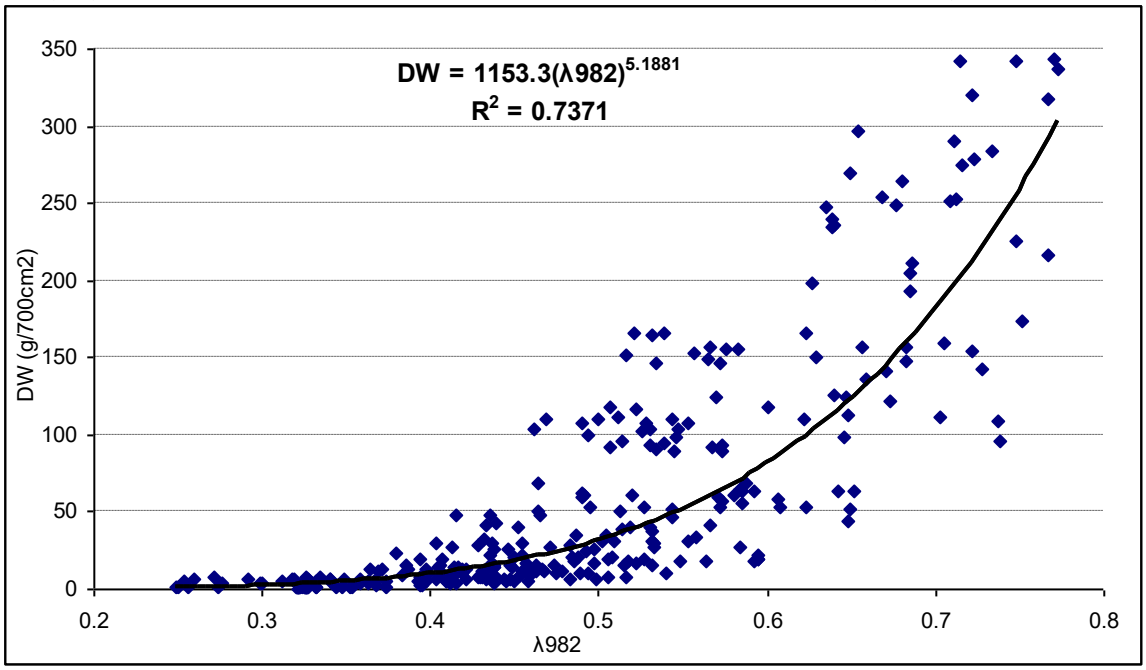
$$FW = 3.764e^{8.0603(\lambda 872)} \quad \text{..... الشكل (16)}$$



الشكل (16) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) والوزن الرطب للذرة الصفراء العلفية

وبالمثل يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الذرة الصفراء بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ982) نانومتر بالمعادلة القوة التالية :

$$DW = 1153.3(\lambda 982)^{5.1811}$$ .....الشكل (17)

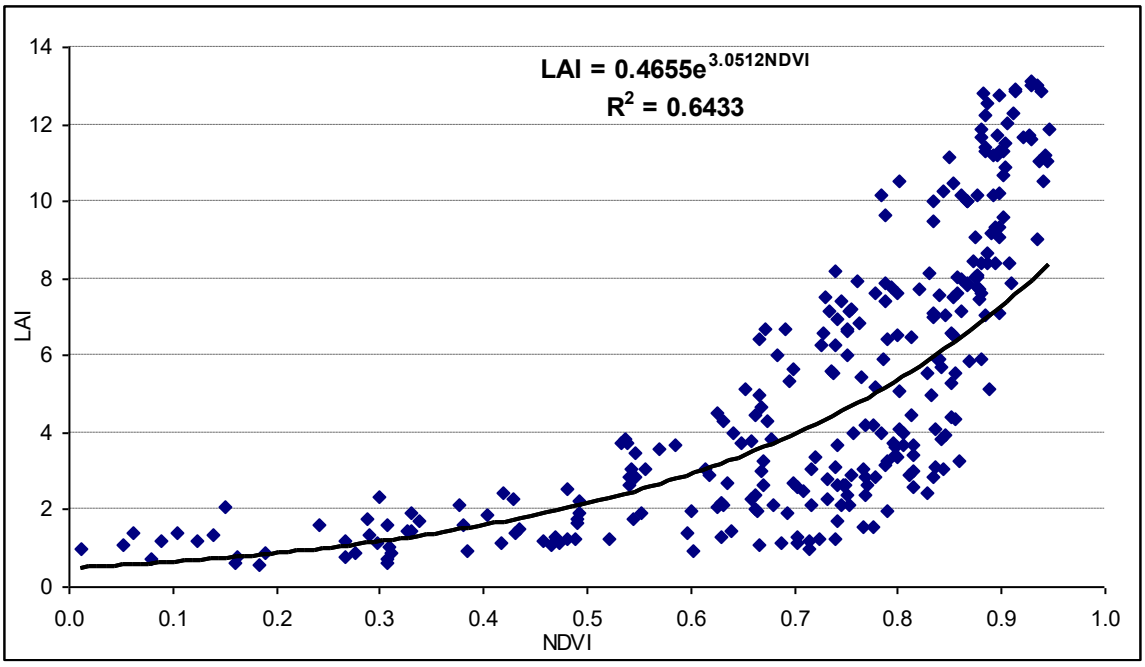


الشكل (17) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 982) و الوزن الجاف للذرة

أما دليل مساحة الأوراق لنباتات الذرة الصفراء يتم تقديره اعتماداً على قيم الدليل النباتي بمعادلة الأس التالية :

$$LAI = 0.4655e^{3.0512NDVI}$$

.....الشكل (18)

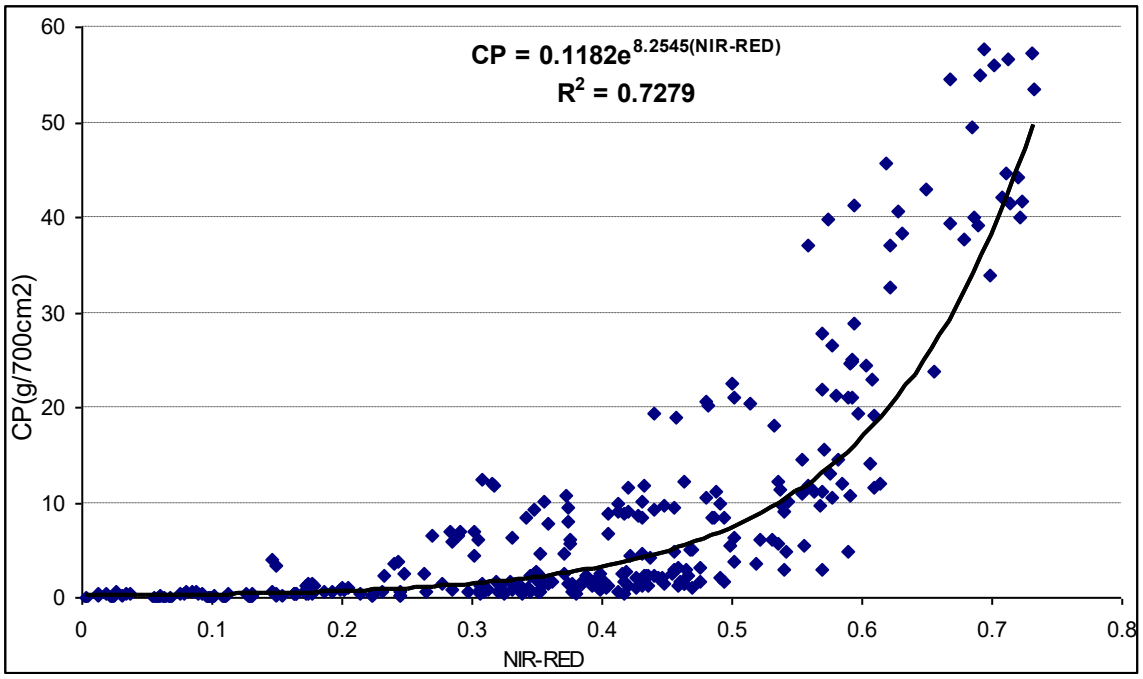


الشكل (18) العلاقة بين NDVI و LAI لنبات الذرة

أما نسبة البروتين في الوزن الجاف لنباتات الذرة الصفراء يتم تقديره بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي NIR-RED بمعادلة الأس التالية :

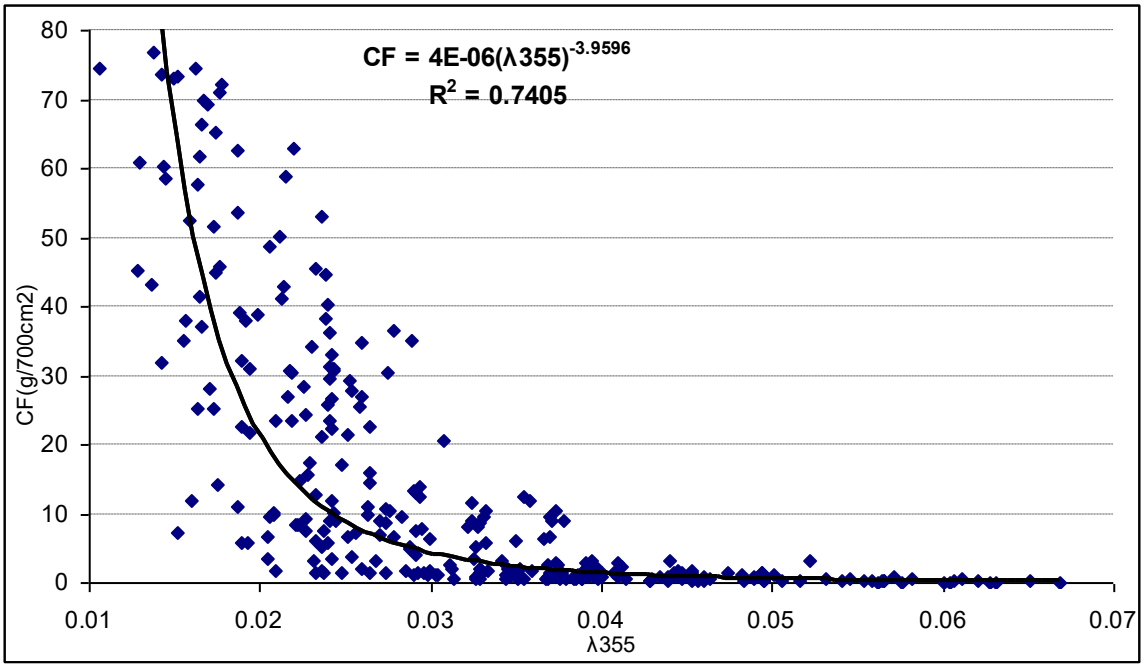
$$CP = 0.1182e^{8.2545(NIR-RED)}$$

الشكل (19) .....



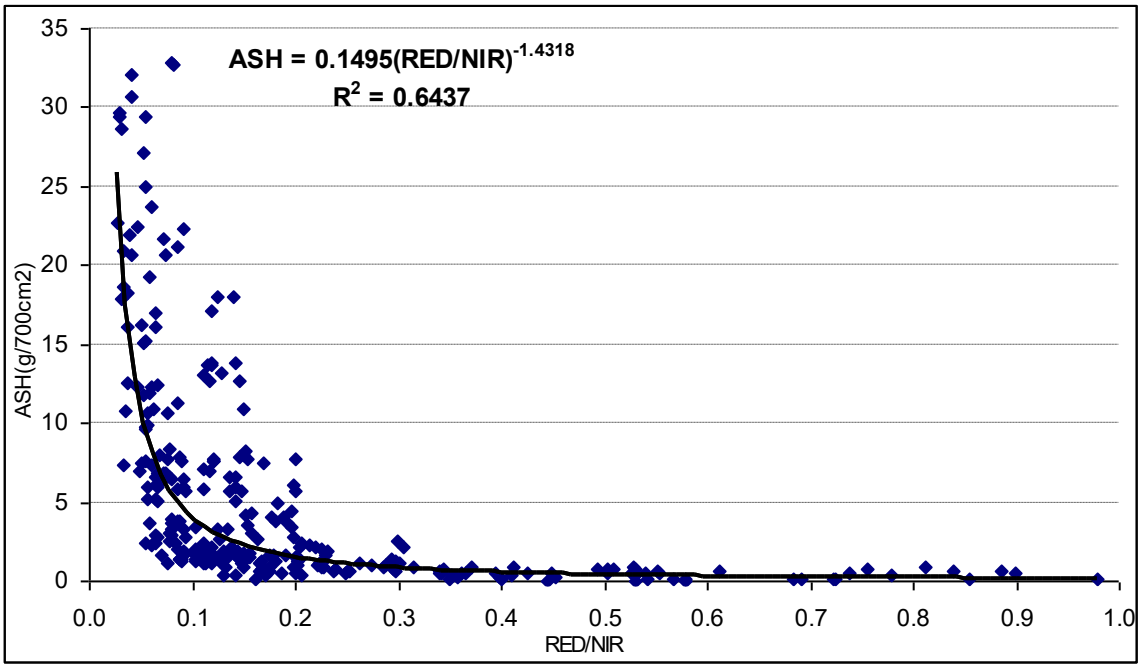
الشكل (19) العلاقة بين البروتين و NIR-RED

وبالمثل يتم تقدير الألياف لنباتات الذرة الصفراء الجافة تماماً بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على المجال (λ355) بمعادلة القوة التالية : $CF = 5E\text{-}06(\lambda 355)^{-3.9058}$ ..... الشكل (20)



الشكل (20) العلاقة بين الألياف والمجال الطيفي (λ 355)

أما الرماد في نباتات الذرة الصفراء الجافة تماماً يتم تقديره بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة التالية : $ASH = 0.1495(RED/NIR)^{-1.4318}$... الشكل (21)



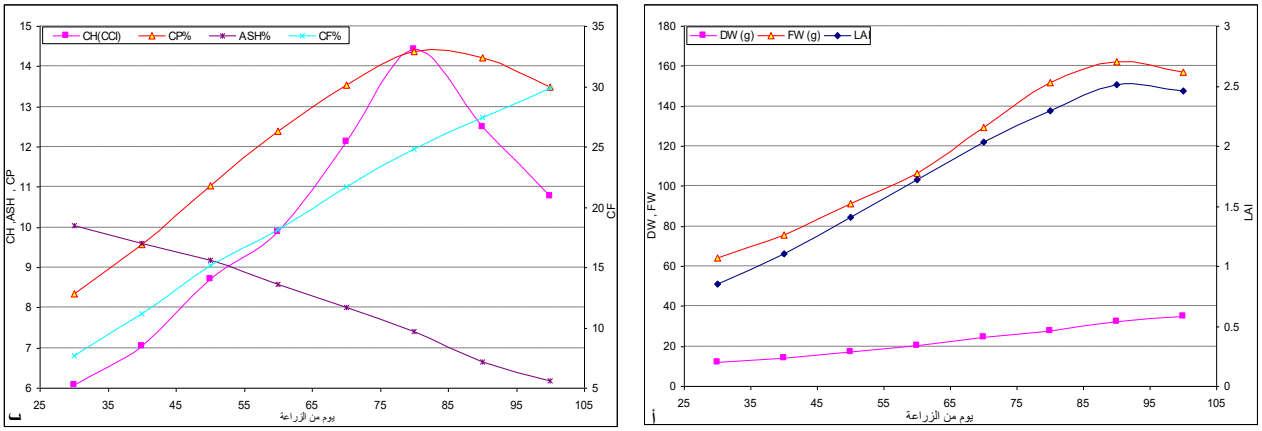
الشكل (21) العلاقة بين الرماد وRED/NIR

الشـعير

1- الصفات الخضرية والعلفية

1- 1 – الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو

يبين الشكل (22) قيم الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو المختلفة وذلك بغض النظر عن معاملتي الريّ والتسميد الآزوتي المدروستين ومستوياتهما المختلفة. فتزايدت قيم صفة اليخضور بدءاً من المراحل الأولى من عمر النبات وحتى عمر 80 يوم لتبدأ بعدها بالتناقص الشكل (22 – ب), إذ بلغت بعمر 30 يوم مقدار CCI 6.09, وازدادت لتصل بعمر 80 يوم إلى CCI 14.43 ثم بدأت بالتناقص بدءاً من هذا العمر لتصل إلى (12.51 و10.77) CCI بعمر 90 و100 يوم من الزراعة على التوالي, ويعزى هذا التناقص لتهدم الصانعات الخضراء في الأوراق المسنة لبدأها بالجفاف اعتبارا من هذا العمر, وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5%.



الشكل (22) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة

كما سلكت صفة الوزن الرطب السلوك ذاته الشكل (22 - أ), فأخذت بالازدياد حتى عمر 90 يوم من الزراعة لتنخفض بعدها فقد كانت القيم على الشكل التالي (64.29, 75,86, 91.18, 106.47, 129.19, 152.02, 162.41, 156.99)غ خلال مراحل النمو المختلفة, ومن هذه القيم يلاحظ التناقص في الوزن الرطب بعد عمر 90 يوم, ويعود هذا لنقص الرطوبة في الأوراق السفلية بسبب جفافها كما كانت الفروق معنوية عند مستوى 5% .

ويبين الشكل ذاته قيم الوزن الجاف حيث سلك هذا المنحني سلوك الوزن الرطب واليخضور في المراحل الأولى وحتى مرحلة أوج النمو ثم تابع بالازدياد حتى مرحلة النضج .

أما بالنسبة لدليل مساحة الأوراق (الشكل ذاته) فقد سلكت سلوك اليخضور أيضاً, حيث كان الدليل بعمر 30 يوم قد بلغ 0.86 وازداد ليصل إلى 2.51 بعمر 90 يوم ثم يعود ليتناقص في المرحلة اللاحقة إلى 2.46, وذلك لخروج الأوراق السفلية اليابسة من حساب المساحة الورقية الخضراء. وكانت الفروق السابقة لكلا الصفتين معنوية عند مستوى 5% .

ازدادت نسبة البروتين الخام من الوزن الجاف لنباتات الشعير من عمر30 يوم من الزراعة وحتى عمر 80 يوم بتسارع كبير لتبدأ بعدها بالتناقص التدريّجي حتى المراحل الأخيرة المدروسة, بينما تابعت نسبة الألياف الخام من الوزن الجاف أيضاً التزايد مع التقدم بمراحل النمو الشكل (22 – ب). وكانت الفروق بين المراحل معنوية عند مستوى 5% .

وسلكت نسبة الرماد الخام من المادة الجافة تماماً لنباتات الشعير في الشكل السابق سلوكاً مغايراً حيث كانت أعلى نسبة في بداية مراحل النمو المدروسة وتناقصت لتبلغ أدناها في المراحل الأخيرة من عمر النبات وبفروق معنوية أيضاً عند مستوى 5% .

1- 2 – تأثير الريّ والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات

يبين الجدول (8) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الريّ والتسميد في وحدة المساحة المدروسة خضريّاً. فتزايدت قيمة اليخضور بتزايد كمية السماد الآزوتي المضاف حيث كان CCI 7.36 عند مستوى تسميد N%0, وازداد ليبلغ (9.84, 13.37) CCI عند المستويين N%50 وN%100, كما ازداد اليخضور بازدياد كمية مياه الريّ حيث بلغت القيم (8.35, 9.88, 12.34) CCI عند مستويات التسميد المختلفة I%25 , I%50 , I%100 على التوالي.

الجدول (8) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال حياة النبات تبعا لمعاملتي الريّ والتسميد في وحدة المساحة المدروسة

المعاملات		الصفات الخضرية والعلفية						
		CH (CCI)	WF ($g/625cm^2$)	WD ($g/700cm^2$)	LAI	CP %	CF %	ASH %
N	N%100	13.37	145.04	29.70	2.31	14.16	18.59	9.68
	N%50	9.84	116.09	21.78	1.76	12.71	19.23	8.31
	N%0	7.36	90.78	17.25	1.32	9.50	20.81	6.64
I	I%100	12.34	149.56	31.09	2.53	13.16	18.03	10.19
	I%50	9.88	110.28	20.66	1.57	12.19	19.49	7.47
	I%25	8.35	92.07	16.98	1.30	11.02	21.12	6.97
LSD 5%		0.34	5.43	2.35	0.15	0.11	0.64	0.06
N%100	I%100	17.84	184.44	35.35	2.96	15.54	17.34	12.66
	I%50	12.25	133.83	28.09	1.96	13.98	18.55	8.46
	I%25	10.01	116.87	25.65	2.00	12.96	19.88	7.94
N%50	I%100	10.78	155.22	29.73	2.40	13.64	17.84	10.10
	I%50	9.88	102.88	19.70	1.62	12.71	19.45	7.58
	I%25	8.85	90.16	15.92	1.26	11.77	20.40	7.24
N%0	I%100	8.40	109.01	28.18	2.22	10.30	18.89	7.80
	I%50	7.50	94.14	14.20	1.12	9.87	20.47	6.38
	I%25	6.19	69.18	9.37	0.64	8.33	23.07	5.74
LSD 5%		0.77	10.98	4.86	0.34	0.2	0.64	0.07

ويبين الجدول أيضاً قيم الوزن الرطب خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الريّ والتسميد فتزايدت من 90.78غ إلى 145.04غ عند زيادة كمية السماد الآزوتي من N%0 إلى N%100 كما ازداد قيمته من 92.07غ إلى 149.04غ عند زيادة مستوى الريّ من I%25 إلى I%100, كما سلك الوزن الجاف ودليل مساحة الأوراق السلوك نفسه.

كما يبين الجدول (8) قيم الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد. يلاحظ أنه ضمن مستوى تسميد N%0 ازدادت قيمة اليخضور من CCI 6.19 إلى (7.5 و8.4) CCI عند زيادة كمية مياه الريّ من 25 إلى I%50 وI%100 على التوالي. كما سلكت القيم ضمن معاملة التسميد (N%100, N%50) السلوك ذاته مع ملاحظة أنه أقل قيم لليخضور كانت في حال عدم وجود التسميد الآزوتي N%0, وأكبر القيم كانت عند توفر السماد وبالكمية المطلوبة لاحتياج النبات N%100. ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة اليخضور لنباتات الشعير.

كما يوضح الجدول تغير قيم الوزن الرطب تبعاً للتأثير التفاعلي للمستويات المدروسة من الريّ والتسميد الآزوتي. فضمن مستوى التسميد N%0 ازدادت قيم الوزن الرطب من 69.18غ إلى 109.01غ عند زيادة الريّ من I%25 إلى I%100 ومن 90.16غ إلى 155.22غ ضمن مستوى التسميد N%50 لنفس مستويي الريّ, ومن 116.87إلى 184.44غ ضمن مستوى تسميد آزوتي N%100 ومستويّي الريّ ذاتهما على التوالي. وبالتالي يتبين أن أعلى القيم المحققة ضمن مستويات التسميد الثلاثة هي عند أعلى كمية مياه ريّ مضافة. ممّا يدل على أهمية مستوى الريّ في تحديد قيمة الوزن الرطب. كما سلك الوزن الجاف ودليل مساحة الأوراق السلوك نفسه وكان التأثير ذاته للريّ كما كان تأثيرها في الوزن الرطب .

ويبين الجدول السابق نسبة البروتين الخام خلال حياة النبات تبعاً للريّ والتسميد بمستوياتهما المختلفة. فبلغت نسبة البروتين عند تسميد آزوتي كامل 14.16%, بينما انخفضت إلى 12.71% عند انخفاض كمية السماد الآزوتي إلى N%50 و 9.5% عند مستوى تسميد N%0. ويعزى هذا إلى انخفاض كمية يخضور النبات والصانعات الخضراء في النبات بانخفاض كمية السماد الآزوتي, وبالتالي نقص في تركيب البروتين. أما بالنسبة لمستويات الريّ فقد بلغت نسبة البروتين (13.16, 12.19, 11.02)% لمستويات الريّ I%100, I%50, I%25 على التوالي. ومنه يلاحظ انخفاض النسبة بانخفاض كمية مياه الريّ والتي اساساً لها دور بالنمو, وبالتالي زيادة الكتلة الحية وزيادة عملية التمثيل الضوئي وتركيب البروتين.

مما سبق يتبيّن أن الفرق بين نسبتي البروتين عند المستوى الكامل والأدنى للتسميد الآزوتي قد بلغ 4.66%, بينما كان الفرق بين النسبتين عند مستويي الريّ I%100, I%25 قد بلغ 2.14%, ممّا يدل أن تأثير التسميد الآزوتي كان أكبر من تأثير الريّ. كما أن أعلى نسبة للبروتين كانت عند مستوى تسميد آزوتي, وأقل نسبة له كانت عند أدنى مستوى تسميد آزوتي, وهذا يدل على أن التسميد الآزوتي هو العامل المحدد لنسبة البروتين خلال حياة النبات ككل.

تناقصت نسبة البروتين عند مستوى ريّ I%100 من 15.54% إلى (13.64 , 10.30) عند الانتقال من مستوى تسميد يغطي كامل احتياج النبات إلى مستوى تسميد آزوتي N%50 وN%0 على التوالي. ويعزى هذا الأمر إلى أن نقص السماد الآزوتي قلل من كمية الصانعات الخضراء والتي لها دور في تركيب البروتين وبالتالي نقص في كمية الروتين, وسلك مستويا الريّ I%50 و I%25 السلوك نفسه .

يلاحظ انخفاض نسبة البروتين من 15.54% إلى 13.98% و12.96% عند الانتقال من مستوى ريّ I%100 إلى I%50, I%25 على التوالي تحت مستوى أزوت N%100, ويعود السبب أيضاً إلى أن كمية مياه الريّ تتيح الاستفادة من التسميد الآزوتي الذي يدخل مباشرة في تركيب البروتين.

ويتضح مما سبق أن الفرق بين مستويي التسميد N%100 وN%0 تحت مستوى الريّ الكامل قد بلغ 5.24% بينما كان الفرق بيين مستويي الريّ I%100, I%25 تحت مستوى التسميد الآزوتي الكامل قد بلغ 2.59%, ممّا يعني أن تأثير التسميد كان أكبر من تأثير الريّ في تحديد نسبة بروتين النبات خلال حياته ككل. سلكت نسبة الرماد السلوك ذاته الذي سلكته نسبة البروتين الخام وكان التسميد هو العامل المحدد لهذه الصفة أيضاً.

كما يوضح الجدول السابق نسبة الألياف الخام خلال حياة النبات. فقد بلغت قيمة الألياف (18.59, 19.23, 20.81)% لمستويات التسميد N%100, N%50, N%0 على التوالي. بينما كانت (18.03, 19.49, 21.12)% لمستويات الريّ I%100, I%50, I%25 على التوالي. أي أن نسبة الألياف الخام تزداد مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين. ويعزى هذا إلى دفع النبات حالة من التأقلم مع الإجهاد الناتج عن المستويات المنخفضة من كميات مياه الريّ والتسميد الآزوتي والتبكير في الدخول في مراحل النمو المتتالية, وبالتالي يعمل على زيادة نسبة الألياف في النباتات على حساب المكونات الأخرى, كما يلاحظ أن القيم التي حققها الريّ كانت أعلى من القيم التي حققها التسميد عند المستوى الكامل وكانت القيم أقل عند المستوى الأدنى للعاملين المدروسين, مما يدّل أهمية الريّ في تحديد قيمة الألياف وأثرها الأكبر من تأثير التسميد الآزوتي .

ويبين الجدول السابق نسبة الألياف الخام في النبات خلال حياته تبعاً للتأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي. فتحت تأثير مستوى ريّ يغطي كامل احتياج النبات بلغت نسبة الألياف (17.34, 18.55, 19.88)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0, في حين وصلت إلى (17.84, 19.45, 20.4)% و(18.89 , 20.47 , 23.07)% للمستويات السابقة وعند مستويي ريّ I%50, I%25 على التوالي. أي ازدياد مستوى الألياف مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين وذلك بسبب وصول النبات عند المستوى الأدنى للعاملين لمرحلة النضج أسرع وتلّيف الساق والأوراق أكبر .

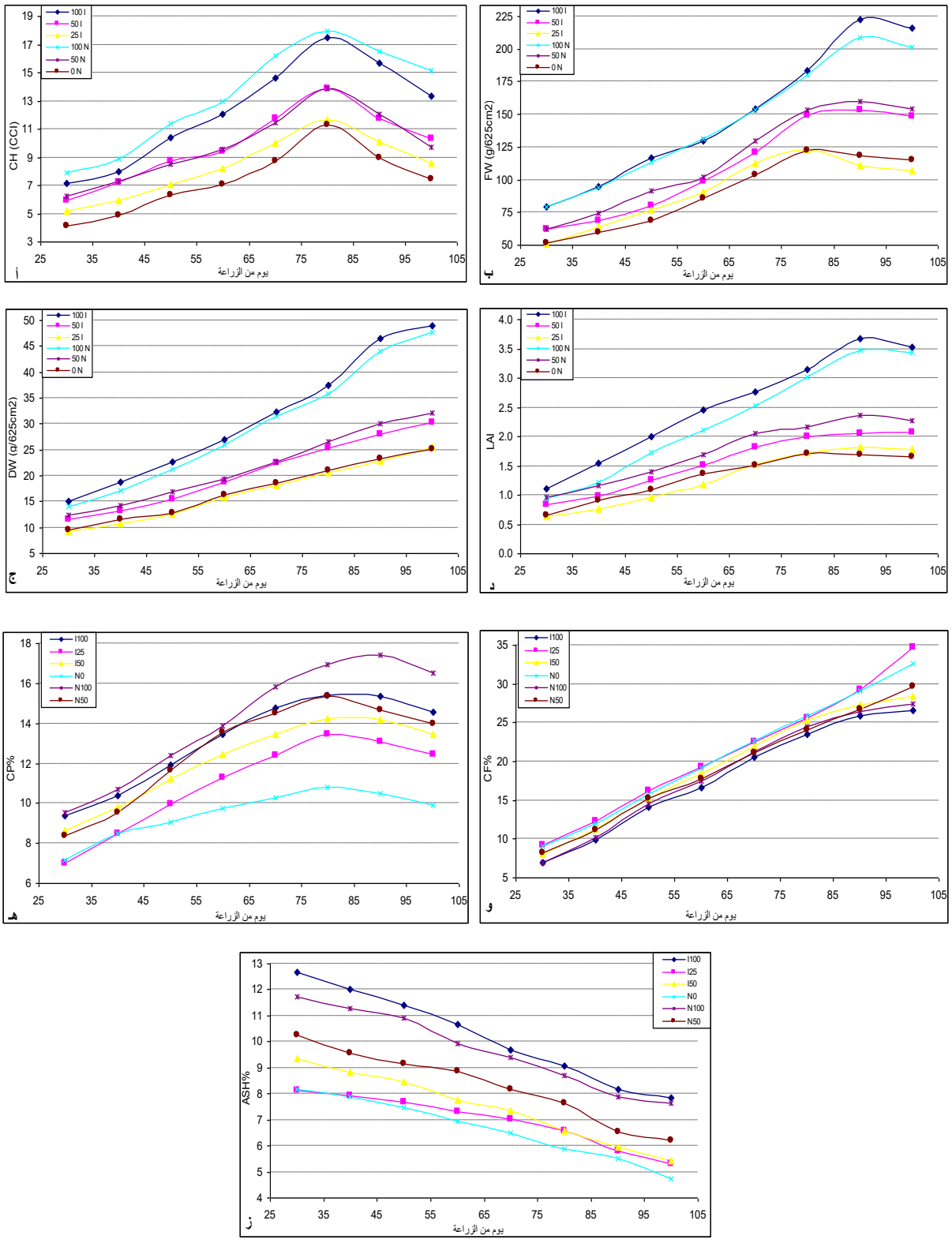
هذا وقد تدرجت الفروق السابقة بين مستويات المعاملات ولجميع الصفات وفق معنوية عند مستوى 5% .

1- 3- تأثير الريّ والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو

يبين الشكل (23) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو المختلفة في وحدة المساحة المدروسة. فيلاحظ من الشكل السابق تزايد قيمة صفة اليخضور خلال مراحل النمو حتى مرحلة 80 يوم من الزراعة تقريباً, لتبدأ بالانخفاض بعدها وفي كلا العاملين المدروسين, على اختلاف المستويات الشكل (23 – أ). فتحت مستوى تزويد مائي يغطي كامل احتياج النباتات, تزايدت قيمة اليخضور من CCI(17.5 ,14.62 ,12.08 ,10.39 ,7.95 ,7.14) خلال مراحل النمو المختلفة, حتى 80 يوم من الزراعة تقريباً, لتتناقص بعدها إلى CCI(13.36 ,15.66) في المرحلتين الأخيرتين من النمو بعمر90 ,100 يوم من الزراعة. وسلكت الصفة السابقة تحت مستوى الريّ I%50 السلوك ذاته, فتزايدت القيمة من CCI 5.92 إلى CCI 13.89 من عمر 30 يوم حتى عمر 80 يوم, لتتناقص بعدها وتصبح (11.74, CCI(10.35 في المرحلتين الأخيرتين. وكذلك كانت القيم تحت مستوى ريّ I%25 فتزايدت القيمة من CCI 5.21 إلى CCI 11.68 لنفس المراحل آنفة الذكر, وتناقصت خلال المرحلتين الأخيرتين إلى CCI(8.6 , 10.13). وبفروق معنوية عند مستوى 5% .

كما سلكت مستويات التسميد المختلفة سلوك مستويات الريّ ذاته في تزايد وتناقص صفة اليخضور بدءاً من مرحلة 80 يوم من الزراعة, فكانت القيم بعمر 30 يوم قد بلغت (7.88, 6.22 و4.17)CCI لمستويات التسميد N%100, N%50, N%0 على التوالي, وتزايدت لتصبح (17.92, 13.83, CCI(11.32 للمستويات السابقة على التوالي في مرحلة 80 يوم من الزراعة, لتبدأ بعدها بالتناقص وتصبح في المرحلة الأخيرة CCI(7.42, 9.72, 15.17) على التوالي. هذا ويعزى هذا التناقص في قيمة اليخضور في مرحلة 80 يوم من الزراعة لدخول النبات في مرحلة النضج ويباس الأوراق بدءاً من الأوراق السفلية إلى الأعلى وبالتالي تتناقص قيمة اليخضور الكلي في النبات, وتدرجت الفروق بين المعاملات وفق معنوية عند مستوى 5%.

يلاحظ من الشكل التأثير الواضح للتسميد الآزوتي في قيمة اليخضور وخلال كافة مراحل النمو أكثر منه في التزود المائي. وهذا يبدو جلياً من قيم اليخضور الأعلى خلال جميع مراحل النمو في التسميد الكامل عنه في الريّ الكامل أولاً, ومن الفروق بين مستويين مختلفين ضمن المعاملة ذاتها ثانياً. فقد بلغ الفرق بين المستويين I%100, I%25 ضمن معاملة الريّ في المراحل المختلفة (1.9, 2, 3.3, 3.9, 4.6, 5.8, 5.5, 4.7) CCI, بينما كانت الفروق بين المستويين N%100, N%0 على الشكل (4.2, 4.9, 6.3, 7, 8.7, 11.3, 8.9, 7.4) CCI خلال نفس مراحل النمو. وهذا يبيّن الأثر الأكبر للتسميد على الريّ في تحديد قيمة اليخضور في النبات. وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5%.



الشكل (23) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو تحت تأثيرمستويات مختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي في وحدة المساحة المدروسة

كما يوضح الشكل (23 – ب) أيضاً قيمة الوزن الرطب خلال مراحل النمو تحت تأثير الريّ والتسميد, ففي الريّ تزايدت قيمة هذه الصفة منذ بداية مرحلة النمو وحتى الوصول إلى أوجه ثم بدأت بالانخفاض,

فتحت تأثير مستوى ريّ يغطي كامل احتياج النبات, تزايدت القيمة على الشكل التالي (79.38, 94.9, 116.46, 129.55, 154.31, 183.14, 222.69)غ خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 90 يوم, وعند هذه المرحلة بدأت القيمة بالانخفاض, وذلك لوصول النبات إلى مرحلة أوج النمو في مرحلة 90 يوم تقريباً, ويباس أوراق النبات بدءاً من أسفله, وتصبح هذه القيمة بعد 100 يوم 216غ .

وسلك مستوى الريّ I% 50 السلوك ذاته إذ ازدادت القيمة من 62.55غ إلى 153.23غ منذ بدية النمو وحتى مرحلة 90 يوم, لتبدأ بعدها بالانخفاض لتصبح 148.17غ بعد 100 يوم وذلك لنفس السبب المذكور سابقاً. وكذلك بالنسبة لمستوى الريّ I%25 من حيث التزايد خلال المراحل نفسها, وتناقصت في المرحلة الأخيرة فكانت القيم التالية (50.92, 63.67, 76.85, 90.83, 112.43, 123.4, 111.32, 106.82)غ خلال جميع مراحل النمو على التوالي. وبالتالي أثّر إنخفاض مستوى التزود المائي على تاريخ وتوقيت تحقيق أعلى وزن رطب للنبات خلال جميع مراحل النمو مختصراً بذلك الوقت اللازم لإتمام المراحل الفينولوجية المتتابعة من عمر النبات.

أما بالنسبة لمستويات التسميد فكانت فيها القيم تأخذ المنحنى نفسه الذي أخذته مستويات الريّ. فعند مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النمو, بلغ الوزن الرطب في مرحلة 30 يوم 78.91غ, وازدادت خلال تتابع مراحل النمو لتصل أوجها في مرحلة 90 يوم وتصبح 208.55غ, وعند هذه المرحلة أخذت القيمة بالتناقص لتبلغ في المرحلة الأخيرة 201.21غ, وذلك للأسباب ذاتها المذكورة في مستويات الريّ, وسلك مستوى التسميد الآزوتي N%50, N%0 السلوك نفسه فكانت قيمة الوزن الرطب في مرحلة بعد 30 يوم قد بلغت (62.49, 51.46)غ لكل من المستويين السابقين على التوالي. وتزايدت هذه القيم مع التقدم بمراحل النمو لتصبح 160.22غ في مرحلة 90 يوم لمستوى التسميد N%50 و122.4غ لمستوى التسميد N%0 ومن ثم تناقصت لتبلغ في مرحلة بعد 100 يوم (154.55, 115.21)غ .

ويلاحظ من الشكل أن أعلى قيم محققة للوزن الرطب هي عند المستوى الكامل من التزود المائي , وأدنى قيم هي عند مستوى ريّ I%25, كما أن الفروق بين مستويات الريّ كانت أكبر منها بين مستويات التسميد, مما يؤكد أهمية الريّ في تحديد قيمة هذه الصفة, وكانت الفروق السابقة معنوية $p<0.05$.

ويبين الشكل (23 – ج) قيم صفة الوزن الجاف للنبات خلال مراحل النمو المختلفة تبعاً للريّ والتسميد الآزوتي, فتتزايد قيمة الوزن الجاف ضمن معاملة الريّ خلال كافة مراحل النمو, حيث تزايدت قيمته تحت تأثير مستوى ريّ يغطي كامل احتياج النبات من 15.03غ في مرحلة 30 يوم ليصبح 49غ بعمر 100 يوم, وسلك مستوى الريّ I%50 السلوك ذاته فتزايدت القيمة من 11.55غ في بداية النمو لتبلغ في المرحلة بعد 100 يوم 30.34غ و كانت قيم الصفة في مستوى الريّ I%25 قد أخذت نفس المنحى .

وسلك تأثير معاملة التسميد الآزوتي في الصفة السابقة نفس السلوك فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي كامل N%100 بلغت قيمة الوزن الجاف (14.08, 17.14, 21.29, 25.9, 31.56, 35.87, 44.03,

47.7)غ خلال مراحل النمو المختلفة, ومنه يلاحظ تزايد قيمة الصفة مع التقدم بمراحل النمو, وسلك مستوى التسميد الآزوتي N%50 سلوك مستوى التسميد الكامل فتزايدت القيمة من 12.35غ حتى 32.07غ من عمر 30 يوم وحتى 100 يوم, وأخذت القيم للصفة السابقة عند مستوى تسميد آزوتي N%0 المنحني البياني التي أخذته القيم في كل من المستويين السابقين, فبلغت قيمة الوزن الجاف في مرحلة بعد 30 يوم 9.44 غ و تزايدت لتصل في مرحلة بعد 100 يوم إلى 25.11غ .

ويتضّح من الشكل أن أعلى قيم للوزن الجاف هي عند المستوى الكامل من التزود المائي, وأدنى قيم هي عند مستوى ريّ I%25, بينما تأثرت القيم السابقة عند انخفاض معدل الريّ ليصبح تأثير التزود المائي مقارب لتأثير التسميد الآزوتي, ومنه يتضّح أن أهمية الريّ في تحديد قيمة الوزن الجاف يفوق أهمية التسميد الآزوتي وخاصة عند المستوى الكامل والمستوى الأدنى للريّ. وكانت الفروق قد تدرجت وفق معنوية عند مستوى 5% .

كما يبين الشكل (23 - د) قيم دليل مساحة الأوراق خلال مراحل النمو تبعاً للريّ والتسميد. ففي معاملة الريّ كان المنحني العام للدليل باختلاف مستويات الريّ يتزايد من بداية مراحل النمو حتى مرحلة بعد 90 يوم لتبدأ بعدها بالتناقص. وذلك بسبب جفاف الأوراق السفلية وخروجها من حساب المساحة الورقية. فتحت تأثير مستوى ريّ يغطي كامل احتياج النبات, بلغت قيم دليل مساحة الأوراق القيم التالية (1.11, 1.55, 2.45, 2, 2.77, 3.15, 3.67) خلال مراحل النمو المختلفة حتى مرحلة بعد 90 يوم, وبدأت بعدها بالانخفاض لتبلغ 3.53 في مرحلة بعد 100 يوم, كما تزايدت قيمة الدليل تحت تأثير مستوى ريّ I% 50 من 0.83 في مرحلة بعد 30 يوم لتصل إلى 2.07 في مرحلة 100يوم, وسلك مستوى الريّ I%25 سلوك المستويين السابقين .

ويلاحظ من الشكل أيضاً انخفاض قيمة دليل مساحة الأوراق بتناقص كمية مياه الريّ المضافة للنبات وخلال كافة مراحل النمو ففي مرحلة بداية النمو بعد 30 يوم انخفضت قيمة الدليل من 1.11 إلى 0.83 عند الانتقال من مستوى ريّ كامل إلى مستوى I%50, وإلى 0.64 عند انخفاض كمية مياه الريّ إلى I%25 وسلكت باقي المراحل السلوك نفسه .

وكانت معاملة التسميد الآزوتي قد سلكت سلوك معاملة الريّ ذاته تحت تأثير مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات تزايدت قيمة دليل المساحة الورقية من 0.95 في مرحلة بعد 30 يوم لتصل إلى 3.47 في مرحلة بعد 90 يوم, و بدأت بعدها بالانخفاض لتصل إلى 3.44 في مرحلة بعد 100 يوم, وسلك مستوى التسميد N%50 السلوك نفسه إذ بلغت قيمة الدليل القيم التالية (0.97, 1.16, 1.4, 1.69, 2.05, 2.18, 2.36) خلال مراحل النمو المختلفة حتى مرحلة بعد 90 يوم, وازدادت القيمة لتصل إلى 2.28 في المرحلة الأخيرة, وبالنسبة لمستوى التسميد آزوتي N%0 تزايدت القيم من 0.65 حتى 1.7 في مرحلة بداية النمو وحتى مرحلة بعد 90 يوم, وانخفضت لتبلغ 1.65 في المرحلة الأخيرة, هذا وكانت قيم دليل

المساحة الورقية تتناقص بتناقص مستوى التسميد الآزوتي وخلال كافة مراحل النمو, ففي مرحلة أوج النمو بعد 90 يوم بلغت القيمة 3.47 عند مستوى تسميد N%100 وانخفضت إلى 2.36, 1.7 مع انخفاض مستوى التسميد إلى N%50, N%0 وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته .

ممّا سبق يبدو أنه تحت تأثير كامل للتزود المائي حققت قيم مساحة ورقية أعلى من القيم التي حققتها معاملة التسميد الآزوتي تحت تأثير المستوى الذي يلبي كامل احتياج النبات, أما عند انخفاض مستوى الريّ والتسميد إلى I%50, I%25 و N%50, N%0 لكل من المعاملتين السابقتين على التوالي, كانت مستويات الريّ السابقة قد حققت قيما للدليل أعلى من القيم التي حققها مستوى التسميد الآزوتي, ممّا يدل على أنه عند توفر كامل احتياج النبات من الريّ والتسميد الآزوتي كان للريّ الأثر الأكبر في تحديد قيمة دليل مساحة الأوراق أما عند انخفاض مستوى المعاملتين عن المستوى الكامل كان للتسميد الآزوتي التأثيرالأهم في تحديد قيمة الدليل. وقد كانت الفروق السابقة معنوية عند مستوى 5%.

ويوضح الشكل (23 – هـ) نسبة البروتين الخام خلال مراحل النمو المختلفة وذلك تبعاً للمعاملتين المدروستين بمستوياتهما المختلفة. فكانت نسبة البروتين أقل ما يمكن في بداية مراحل النمو, وتزداد لتبلغ أوجها في مرحلة اوج النمو, وتعود بعدها لتتناقص. فبلغت نسبة البروتين الخام في مرحلة 30 يوم 9.56% بالنسبة لمستوى التسميد الآزوتي N%100 وازدادت لتصل إلى 17.42% بعمر 90 يوم ثم تناقصت بعد ذلك لتصل إلى 16.55% مرحلة 90 يوم, وقد سلك مستويا التسميد الآزوتي N%50, N%0 السلوك ذاته ولكن الزيادة كانت حتى عمر80 يوم حيث كانت نسبة البروتين للمستويين السابقين بعمر30 يوم قد بلغت (8.36 , 7.15)% في حين وصلت إلى (15.36 , 10.81)% بعمر 80 يوم على التوالي. وسلكت مستويات الريّ السلوك ذاته فتحت تأثير مستوى ريّ I%100 ازدادت النسبة من 9.41% بعمر 30 يوم إلى 15.42% بعمر80 يوم ثم تناقصت لتبلغ 15.54% بعمر100 يوم, وكذلك نهج مستويا الريّ I%50 , I%25 .

ويوضح الشكل السابق تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين وذلك لنفس الأسباب المذكرة سابقاً ومنه يلاحظ أن الفروق بين مستوى التسميد الآزوتي N%100 وN%0 بلغ 6.13% بعمر 80 يوم, بينما كان الفرق بين مستويّي الريّ I%100, I%25 قد بلغ 1.97%. وبالتالي يظهر أن تأثير التسميد الآزوتي كان أكبر من تأثير الريّ في تحديد قيمة البروتين الخام وخاصة في المراحل المتقدمة من عمر النبات.

هذا ويعزى ازدياد نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات وازدياد كمية يخضور النبات وبالتالي زيادة تركيب البروتين, أما تناقص نسبته بعد مرحلة أوج النمو فيعود إلى تهدّم الصانعات الخضراء ونقصان اليخضور وبالتالي قلة في تركيب البروتين .

كما يوضح الشكل (23 - ز) تغير نسبة الرماد مع التقدم بمراحل النمو المختلفة. فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات تناقصت نسبة الرماد من 11.72% بعمر 30 يوم إلى 7.63% بعمر 100 يوم, وكذلك سلك مستويا التسميد الآزوتي السلوك ذاته, و تناقصت النسبة من 12.67% بعمر 30 يوم تحت تأثير مستوى ريّ 100% إلى 7.83% بعمر 100 يوم. ومثله كان في مستويّي الريّ الآخرين, كما تناقصت نسبة الرماد مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين إذ بلغت نسبة الرماد بعمر 80 يوم (9.07, 6.58, 6.56)% لمستويات الريّ I%100, I%50, I%25 على التوالي. و(8.71, 7.64, 5.87)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0 على التوالي.

و بمقارنة القيم السابقة يظهر أن تأثير عامل التسميد الآزوتي كان أكبر من تأثير عامل الريّ و ذلك من القيم التي حققتها مستويات التسميد الآزوتي و من الفرق الواضحة بينها .

ويعزى سبب تناقص نسبة الرماد الخام إلى أن ازدياد كمية الكتلة الحية للنبات والوزن الجاف أكبر من زيادة كمية الرماد خلال مراحل.

كما يوضح الشكل (23 – و) نسبة الألياف مع التقدم بمراحل النمو فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي كامل بلغت نسبة الألياف الخام بعمر 30 يوم 7%, وازدادت لتصل إلى 27.48% بعمر100 يوم, كما بلغت النسبة (8.16 و 9.08)% بعمر30 يوم لمستويي التسميد N%50, N%0 على التوالي. وازدادت لتبلغ (29.61 و32.57)% بعمر100 يوم لنفس المستويين على التوالي. وبالتالي يتضح أن نسبة الألياف تتزايد مع تناقص كمية الاسمدة المضافة, ويعود ذلك إلى تأقلم نباتات الشعير مع المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي والتزود المائي وتبكيرالنباتات في دخولها في مراحل النمو المختلفة وبالتالي زيادة نسبة الألياف على حساب المكونات الأخرى. كما سلكت تأثيرات مستويات الريّ السلوك ذاته, حيث بلغت نسبة الألياف الخام بعمر30 يوم النسب (6.97 , 8.1 , 9.17)% لمستويات الريّ I%100 , I%50 , I%25 على التوالي ووصلت إلى (26.62, 28.36, 34.68) للمستويات السابقة على التوالي. ويوضح الشكل أيضاً أن الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100, N%0 بعمر80 يوم قد بلغ 1.53% بينما بلغ بين مستويي الريّ I%100, I%25 لنفس العمر 2.23% ممّا يدل على أن تأثير الريّ أكبر من تأثير التسميد الآزوتي في تحديد نسبة الألياف الخام .

1- 4 - تأثير التفاعل العاملي لمستويات الريّ والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو

يبين الجدول (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية تحت التأثير التفاعلي لمستويات الريّ والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة .

الجدول (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي لمستويات الريّ والتسميد الآزوتي

المعاملات		يوم من الزراعة							
		30	40	50	60	70	80	90	100
		اليخضور (CCI)							
N%100	I%100	9.78	10.85	14.73	17.70	21.53	23.75	23.65	20.78
	I%50	7.85	8.95	11.08	11.40	14.68	16.68	14.08	13.30
	I%25	6.03	6.95	8.23	9.88	12.40	13.32	11.85	11.43
N%50	I%100	6.85	7.18	9.38	10.93	12.85	15.95	12.90	10.18
	I%50	5.95	7.88	8.73	9.90	11.78	13.70	12.00	9.15
	I%25	5.85	6.95	7.45	7.95	9.70	11.85	11.18	9.85
N%0	I%100	4.80	5.85	7.08	7.63	9.48	12.79	10.43	9.13
	I%50	3.95	4.93	6.38	6.88	8.80	11.29	9.15	8.60
	I%25	3.75	3.90	5.50	6.70	7.90	9.88	7.35	4.53
LSD5%		0.24	0.31	0.84	0.34	0.46	1.44	0.89	0.90
		الوزن الرطب ($g/625\ cm^2$)							
N%100	I%100	95.4	115.4	141.0	158.9	174.8	217.0	291.5	281.5
	I%50	75.6	85.1	101.4	122.8	145.4	164.1	190.8	185.5
	I%25	65.7	80.6	97.7	111.4	140.7	158.8	143.4	136.6
N%50	I%100	80.7	96.6	122.8	131.1	160.7	192.4	231.5	226.0
	I%50	55.2	63.5	77.2	90.3	116.4	153.5	141.3	134.5
	I%25	51.6	62.5	74.1	85.6	112.4	115.2	107.9	103.2
N%0	I%100	62.1	72.7	85.5	98.7	127.4	140.0	145.1	140.5
	I%50	56.8	59.4	65.3	88.7	99.8	130.9	127.7	124.5
	I%25	35.4	46.9	55.6	70.8	85.1	96.3	82.6	80.6
LSD5%		0.97	0.83	1.43	0.88	1.08	0.79	1.99	1.86
		الوزن الجاف ($g/625\ cm^2$)							
N%100	I%100	16.46	21.67	26.60	30.50	37.60	41.10	53.50	55.40
	I%50	13.71	16.16	20.57	24.40	30.20	34.30	40.80	44.60
	I%25	12.08	13.59	16.69	22.80	26.90	32.20	37.80	43.10
N%50	I%100	15.14	17.82	22.41	25.25	28.60	36.40	45.00	47.20
	I%50	11.42	13.04	15.01	17.98	22.50	24.83	25.76	27.01
	I%25	10.48	11.88	13.07	14.76	17.19	18.67	19.28	22.00
N%0	I%100	13.50	16.92	19.24	25.00	30.60	35.00	40.80	44.40
	I%50	9.52	10.67	11.13	13.95	14.53	16.80	17.60	19.40
	I%25	5.29	7.02	8.32	10.09	10.37	11.01	11.34	11.53
LSD5%		0.67	0.93	0.84	0.90	1.06	1.11	1.17	0.97
		دليل مساحة الأوراق							
N%100	I%100	1.19	1.65	2.24	2.65	3.01	3.83	4.69	4.46
	I%50	0.85	1.08	1.60	1.90	2.30	2.40	2.70	2.88
	I%25	0.80	0.94	1.35	1.76	2.29	2.82	3.03	3.00
N%50	I%100	1.20	1.53	1.90	2.40	2.70	2.80	3.40	3.30
	I%50	0.82	1.08	1.27	1.47	1.89	2.08	2.16	2.09
	I%25	0.78	0.88	1.05	1.21	1.59	1.63	1.52	1.46
N%0	I%100	0.93	1.48	1.86	2.30	2.60	2.82	2.92	2.84
	I%50	0.71	0.81	0.91	1.18	1.27	1.54	1.28	1.25
	I%25	0.32	0.46	0.50	0.60	0.68	0.76	0.89	0.87
LSD5%		0.08	0.09	0.11	0.14	0.15	0.20	0.21	0.21
		البروتين الخام %							
N%100	I%100	10.56	11.41	13.48	15.39	17.50	18.60	19.21	18.20
	I%50	9.80	10.34	12.19	13.49	15.34	16.49	17.54	16.63
	I%25	8.33	10.31	11.54	12.74	14.68	15.75	15.51	14.81
N%50	I%100	9.32	10.50	12.46	14.64	15.61	16.40	15.54	14.63
	I%50	8.35	9.66	11.82	13.64	14.74	15.58	14.39	13.52
	I%25	7.41	8.48	10.63	12.46	13.17	14.11	14.14	13.79
N%0	I%100	8.35	9.34	9.85	10.31	11.23	11.25	11.29	10.80
	I%50	7.79	9.43	9.65	10.27	10.30	10.69	10.60	10.22
	I%25	5.32	6.62	7.77	8.65	9.38	10.50	9.65	8.73
LSD5%		0.22	0.22	0.22	0.19	0.13	0.20	0.12	0.22
		الألياف الخام %							
N%100	I%100	5.76	9.10	13.41	16.15	20.78	23.43	24.85	25.28
	I%50	7.10	10.47	14.82	17.69	21.44	25.03	25.83	26.03
	I%25	8.13	11.18	15.18	18.50	21.53	24.83	28.58	31.15
N%50	I%100	7.10	9.89	14.02	16.38	19.94	23.15	25.75	26.53
	I%50	8.10	11.14	15.39	18.93	22.19	24.84	26.98	28.03
	I%25	9.28	12.28	16.30	18.13	21.25	24.13	27.55	34.28
N%0	I%100	8.05	10.75	14.84	17.52	21.13	23.82	27.00	28.05
	I%50	9.10	12.15	15.35	18.78	22.30	26.10	28.93	31.03
	I%25	10.10	13.23	17.23	21.13	24.73	27.95	31.62	38.63
LSD5%		0.28	0.53	1.00	0.63	0.68	0.76	0.53	0.44

تابع الجدول (10) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي لمستويات الريّ والتسميد الآزوتي

		الرماد الخام %							
N%100	I%100	15.27	14.68	14.24	12.89	11.85	11.34	10.49	10.49
	I%50	10.75	10.24	9.75	8.55	8.25	7.36	6.54	6.25
	I%25	9.15	8.94	8.76	8.35	8.09	7.43	6.65	6.14
N%50	I%100	12.61	11.64	11.23	10.69	9.63	9.35	8.16	7.55
	I%50	9.55	8.64	8.15	8.11	7.65	6.84	5.93	5.76
	I%25	8.63	8.45	8.12	7.85	7.25	6.74	5.54	5.35
N%0	I%100	10.13	9.73	8.76	8.41	7.54	6.53	5.86	5.45
	I%50	7.77	7.65	7.43	6.65	6.17	5.55	5.44	4.33
	I%25	6.62	6.33	6.20	5.81	5.74	5.53	5.23	4.44
LSD5%		0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.05	0.08	0.07

تزايدت قيم اليخضور في المعاملة (N%100 وI%100) مع التقدم بمراحل النمو, فكانت في بداية النمو CCI 9.78 لتزداد وتبلغ أوجها في مرحلة 80 يوم وقدّرت بـ CCI 23.75, لتبدأ بالانخفاض بعدها وبلغت (23.65 , 20.78) CCI في المرحلتين الأخيرتين. وكذلك كانت المعاملة (I%50 و N%100) فتزايدت القيم من (7.85, 8.95, 11.08, 11.4, 14.68, 16.68) CCI خلال مراحل النمو وحتى مرحلة بعد 80 يوم, لتبدأ بعدها بالتناقص إلى (14.08, 13.3)CCI بعمر 90 و 100يوم على التوالي. وسلكت المعاملة (I%25 و N%50) سلوك المعاملتين السابقتين ذاته. و يلاحظ ممّا سبق أنه ضمن مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات تتناقص قيمة اليخضور بتناقص كمية مياه الريّ المضافة وفي كافة المراحل, ففي مرحلة بعد 30 يوم وضمن مستوى التسميد الآزوتي الكامل, تناقصت قيمة اليخضور من CCI 9.78 إلى (7.85 و 6.03)CCI عند الانتقال من مستوى الريّ الكامل إلى I%50 و I%25. هذا وقد سلكت كافة مراحل النمو السلوك نفسه. وسلكت معاملة التسميد الآزوتي N%50 السلوك نفسه, فازدادت قيم اليخضور في المعاملة (I%100 و N%50) من 6.85 إلى CCI 15.95 من بداية النمو حتى مرحلة بعد 80 يوم, وبدأت بعدها بالانخفاض لتبلغ (12.9, 10.18)CCI في المرحلتين الأخيرتين المدروستين. وكذلك سلكت مستويات الريّ I%50, I%25 السلوك ذاته ضمن مستوى التسميد الآزوتي السابق. وكانت القيم تتناقص بتناقص مستوى الريّ من I%100 إلى I%50 وI%25 ضمن مستوى التسميد الكامل وخلال كافة مراحل النمو, ففي مرحلة 30 يوم تناقصت قيمة اليخضور من 9.78 CCI إلى 6.85 CCI و 4.8 CCI عند تناقص كمية مياه الريّ من I%100 إلى I%50, I%25 على التوالي, ضمن مستوى التسميد آزوتي N%100, أما بالنسبة لمستوى التسميد الآزوتي N%0 فقد سلكت سلوك المستويين السابقين ذاته.

وبالنتيجة ممّا سبق يتبيّن التأثير الواضح للتسميد الآزوتي, فقد حقّق مستوى التسميد الآزوتي الكامل قيماً عالية لليخضور بالمقارنة مع التسميد N%50, N%0 وخلال كافة مراحل النمو بغض النظر عن مستويات الريّ بينما, لم يستطيع الريّ باختلاف مستوياته تحقيق قيم عالية لليخضور في غياب التسميد الآزوتي N%0 خلال كافة مراحل النمو. ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة اليخضور و في كافة مراحل النمو. وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5% .

كما يوضح الجدول (9) قيم الوزن الرطب تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة. فضمن مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات كانت قيم الوزن الرطب أعلى من بقية مستويات التسميد على اختلاف مستويات الريّ ضمنها. بلغت قيم الوزن الرطب تحت تأثير مستوى ريّ كامل ومستوى تسميد آزوتي كامل (95.4, 115.4, 141, 158.9, 174.8, 217, 291.5, 281.5)غ خلال مراحل النمو المختلفة. إذ تزايدت القيمة منذ بداية مراحل النمو وحتى مرحلة 90 يوم وانخفضت في المرحلة الأخيرة 100 يوم. كما انخفضت القيم مع انخفاض مستوى الريّ إلى 50% Iضمن مستوى التسميد ذاته N%100 وبلغت (75.6, 85.1, 101.4, 122.8, 145.4, 164.1, 190.8)غ خلال مراحل النمو المختلفة. ومنها يلاحظ السلوك ذاته في المعاملة السابقة من حيث الازدياد حتى مرحلة 90 يوم والانخفاض بعدها. وتناقصت القيم بتناقص كمية مياه الريّ المضافة إلى I%25 فبلغت (65.7, 80.6, 97.7, 111.4, 140.7, 158.8)غ فكانت الزيادة حتى مرحلة 80 يوم فقط, لتبدأ بالتناقص بعد هذه المرحلة, وكذلك سلك مستوى التسميد الآزوتي N%50 باختلاف مستوياته السلوك ذاته, فازدادت القيمة في مستوى الريّ I%100 حتى 90 يوم, في حين تزايدت في مستويات الريّ I%50, I%25 حتى 80 يوم لتتناقص بعدها في المراحل اللاحقة. وعند انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى N%0, سلكت قيم الوزن الرطب سلوك المعاملات السابقة فازدادت قيمة الوزن الرطب في مستويات I%100 حتى مرحلة بعد 90 يوم, وانخفضت بعدها بينما كانت الزيادة حتى مرحلة 80 يوم في مستوى I%50, I%25 ثم بدأت بالانخفاض مع الحفاظ على سلوك انخفاض قيمة الوزن الرطب ضمن مستوى التسميد هذا مع انخفاض كمية مياه الريّ المضافة وخلال كافة مراحل النمو .

ويلاحظ من الجدول أنه عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي N%100 إلى مستوى تسميد N%50 ضمن مستوى ريّ واحد I%100 أو I%50 أو I%25 كانت قيم الوزن الرطب تتناقص, فمثلا تناقصت القيم من 95.4غ عند مستوى تسميد آزوتي N%100 وريّ I%100 إلى 80.7غ تحت مستوى الريّ ذاته ومستوى تسميد آزوتي N%50, وانخفضت لتبلغ 62.1غ عند مستوى تسميد آزوتي N%0 وريّ كامل خلال مرحلة النمو الأولى (بعد 30 يوم من الزراعة) وكذلك سلكت بقية المراحل السلوك ذاته .

وبالنتيجة يبدو أنه عند توفر تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات استطاعت مستويات الريّ تحقيق قيم عالية على اختلاف المستويات مع وجود فرق كبير بين مستويات الريّ من حيث القيمة المحققة للوزن الرطب, في حين لم تستطيع مستويات التسميد تحقيق قيم عالية للوزن الرطب تحت تأثير مستوى متدني من التزود المائي. ومنه يتضح أهمية التسميد الآزوتي عند توفر كامل احتياج النبات منه بالتفاعل مع الدور الرئيسي لعامل التزود المائي, في حين أخذ الريّ الدور الأكبر عند انخفاض التسميد الآزوتي إلى N%50, N%0 و كان هو العامل المحدد للوزن الرطب, وهذا يبدو جلياً بالفروق الكبيرة بين مستويات

الريّ عند انخفاض مستويات التسميد الآزوتي, وكانت الفروق بين المعاملات المدروسة باختلاف مستوياتها معنوية عند مستوى 5%.

ويوضح الجدول السابق قيم الوزن الجاف تحت التأثير التفاعلي لمستويات مختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة. فتتزايد قيمة الوزن الجاف في كل من المعاملات بدءاً من المرحلة الأولى للنمو وحتى المرحلة الأخيرة, وتناقصت ضمن مستوى الريّ الواحد بتناقص كمية السماد الآزوتي المضاف كما كان الأمر ضمن مستوى التسميد الآزوتي الواحد فتناقصت مع انخفاض مستوى الريّ, فمثلا في المعاملة (I%50 و N%50) بلغت قيم الوزن الجاف (11.42, 13.04, 15.01, 17.98, 22.50, 24.83, 25.76, 27.01)غ خلال مراحل النمو المختلفة. وتناقصت هذه القيم عند انخفاض الريّ إلى I%25 ضمن مستوى التسميد ذاته إلى (10.48, 11.88, 13.07, 14.76, 17.19, 18.67, 19.28, 22)غ خلال مراحل النمو السابقة ذاتها, كما تناقصت قيم المعاملة السابقة (N%50 و I%50) بتناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%0 وثبات مستوى الريّ لتصل إلى (9.52, 10.67, 11.13, 13.95, 14.53, 16.8, 17.6, 19.4)غ لنفس مراحل النمو. ومن الجدول يلاحظ أن الفروق ضمن مستوى التسميد الآزوتي الكامل بين مستويات الريّ المختلفة أكبر منها بين مستويات التسميد الآزوتي, ففي المرحلة 80 يوم بلغ الفرق بين مستويين ريّ I%100 وI%50 ضمن مستوى تسميد آزوتي كامل 8.9غ, بينما كانت الفرق بين مستويي التسميد N%100 وN%50 ضمن مستوى الريّ I%100 وخلال نفس مرحلة النمو ذاتها السابقة قد بلغت 4.7غ. وسلكت الفروق في بقية المراحل السلوك ذاته .

ومنه يتبيّن أن تأثير الريّ كان أكبر من تأثير التسميد الآزوتي, وهذا ما يبدو واضحاً من الفروق الكبيرة بين مستويات الريّ وخلال كافة مراحل النمو. ومن جهة أخرى يلاحظ أنه عند انخفاض مستوى التسميد استطاع الريّ تحقيق قيم عالية للوزن الجاف بينما لم يستطع التسميد على اختلاف مستوياته تحقيق قيم عالية للوزن الجاف وخلال كافة مراحل النمو. مّما يرجح أهمية الريّ على أهمية التسميد من جديد. وتدرجت الفروق بين المعاملات المدروسة باختلاف مستوياتها وفق معنوية عند مستوى 5%.

كما يبين الجدول (9) قيم دليل مساحة الأوراق تحت التأثير التفاعلي لمستويات الريّ والتسميد المختلفة خلال مراحل النمو المختلفة, فضمن مستوى تسميد آزوتي N%100 وI%100 تزايدت قيمة دليل المساحة الورقية مع تقدم النباتات بالنمو لكن حتى عمر 90 يوم (1.19, 1.65, 2.24, 2.65, 3.01, 3.83, 4.69) خلال مراحل النمو المختلفة حتى عمر 90 يوم, لتبدأ بعدها بالتناقص بعد هذه المرحلة وأصبحت 4.46 بعد 100يوم. وسلكت المعاملة (N%100, I%50) والمعاملة (I%25,N%100) السلوك ذاته, فتزايدت قيمة الدليل من (0.85, 0.8) للمعاملتين السابقتين على التوالي بعمر30 يوم, إلى (2.7, 3.03) على التوالي بعمر 90 يوم, ثم تناقصت في المرحلة 100 يوم لتبلغ (2.68, 3) على التوالي. وسلكت مستويات الريّ المختلفة السلوك نفسه ضمن مستويي التسميد الآزوتي N%50, N%0

مع اختلاف في المراحل التي بدأت المعاملة عندها بالتناقص. ومن الجدول يلاحظ أن قيمة الدليل أكبر ما يمكن عند المستوى الكامل لكل من العاملين المدروسين, وأقل قيمة له عند المستوى الأدنى للعاملين المدروسين. وتدرجت القيم بينهما بشكل متقارب عند انخفاض مستوى الريّ أو مستوى التسميد الآزوتي. وكانت الفروق بين المعاملات المدروسة باختلافها معنوية عند مستوى 5%.

كما تزايدت نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو في جميع المعاملات المدروسة بنسب مختلفة حتى مرحلة أوج النمو لكل معاملة (الجدول 9), لتبدأ بعدها بالتناقص حتى آخر مرحلة مدروسة. فبلغت نسبة البروتين تحت مستوى تسميد آزوتي N%100 بعمر30 يوم (10.56, 9.8, 8.3)% لمستويات الريّ I%100, I%50, I%25 على التوالي, ثم ازدادت لتصل إلى (19.21, 17.54)% لمستويي الريّ I%100, I%50 بعمر 90 يوم, و15.75% لمستوى الريّ I%25 بعمر80 يوم, ثم تناقصت القيم السابقة لتبلغ بعمر100 يوم (18.2, 16.63, 14.81)% للمستويات السابقة على التوالي. ويعود سبب ازدياد النسبة حتى مرحلة أوج النمو إلى أن تركيب البروتين يزداد مع زيادة الكتلة الحية للنبات حتى الوصول لمرحلة النضج, ثم يبدأ بعدها بالتناقص وذلك لتهدم الصانعات الخضراء في الأوراق السفلية, وبالتالي نقصان نسبة البروتين الكامل للنبات. كما يستنتج ممّا سبق تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي وخلال كافة مراحل النمو. وقد سلكت مستويا التسميد الآزوتي الآخرين تحت مستويات الريّ السابقة السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى التسميد الآزوتي الكامل.

كما أن نسبة البروتين تناقصت بتناقص مستوى الريّ, حيث بلغت النسب تحت تأثير مستوى الريّ الكامل بعمر 30 يوم النسب التالية (10.56, 9.32, 8.35)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N% 0 على التوالي. وتناقصت مع تناقص كمية مياه الريّ إلى I%50 لتبلغ (9.8, 8.35, 7.79)% لمستويات التسميد السابقة ذاتها بنفس العمر وعلى التوالي, ووصلت إلى (8.33, 7.41, 5.32)% تحت تأثير مستوى الريّ I%25 لنفس مستويات التسميد والمرحلة العمرية. وقد نهجت بقية المراحل النهج ذاته. كما يلاحظ من الجدول أن مستوى التسميد الآزوتي N%100 استطاعت تحقيق قيمة عالية للبروتين عند المستوى الأدنى من الريّ I%25, فبلغت بعمر 80 يوم 15.75% بينما لم يستطع مستوى الريّ I%100 تحقيق قيمة عالية عند غياب التسميد الآزوتي بنفس العمر, فبلغت النسبة 11.25% ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة البروتين وخلال كافة مراحل النمو.

ويوضح الجدول السابق نسبة الرماد خلال مراحل النمو تبعاً للتأثير التفاعلي للمعاملتين المدروستين فتحت تأثير مستوى ريّ كامل بلغت نسبة الرماد بعمر 30 يوم القيم (15.27, 12.61, 10.13)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0 على التوالي. وتناقصت مع التقدم بمراحل النمو لتصل إلى (10.49, 7.55, 5.45)% بعمر 100يوم, وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الريّ I%50, I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى الريّ الكامل .

ومنه يلاحظ تناقص قيمة الرماد مع انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين فبلغت نسبة الرماد بعمر 30يوم للمعاملة (N%100 وI%100) 15.27% وانخفضت مع انخفاض مستوى الريّ إلى I%50 بنفس العمر إلى 10.75%, ووصلت إلى 9.15% عند مستوى ريّ I%25, وقد نهجت المراحل المدروسة كافة النهج ذاته. ويعزى سبب تناقص نسبة الرماد الخام إلى أن ازدياد كمية الكتلة الحية للنبات والوزن الجاف أكبر من زيادة كمية الرماد خلال مراحل.

ويبين الجدول (9) أيضاً نسبة الألياف الخام خلال مراحل النمو فقد بلغت نسبة الألياف للمعاملة (N%100, I%100)القيم التالية(5.76, 9.1, 13.41, 16.15, 20.78, 23.43, 24.85, 25.28)% خلال مراحل النمو المختلفة بينما بلغت عند انخفاض مستوى التسميد إلى N%50 القيم (7.1, 10.47, 14.82, 17.69, 21.44, 25.03, 25.83, 26.03)% وعند مستوى N%0 القيم (8.13, 11.18, 15.18, 18.5, 21.53, 24.83, 28.58, 31.15)%, وبالتالي يلاحظ أن نسبة الألياف تزداد مع التقدم بمراحل النمو لتصل إلى أوجها في المراحل المتقدمة من عمر النبات كما كانت تتناقص مع زيادة كمية الاسمدة الآزوتية المضافة وخلال كافة مراحل النمو, وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الريّ I%50, I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثيرمستوى الريّ الكامل. ويعود ذلك إلى تأقلم نباتات الشعير مع المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي والريّ وتبكيرالنباتات في دخولها في مراحل النمو المختلفة وبالتالي زيادة نسبة الألياف على حساب المكونات الأخرى. إذاً وممّا سبق يتضح أن التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي قد أثرت وبشكل معنوي على جميع الصفات الخضرية والعلفية لمحصول الشعير خلال جميع مراحل النمو, وقد تباين تغيّر الصفات المتأثرة حسب العامل المدروس من صفات تتأثر بعامل أكثر من عامل آخر إلى صفات يتباين التأثير حسب درجة التفاعل وخلال مراحل النمو.

2 - المؤشرات الطيفية

يبين الشكل (24) الانعكاس الطيفي وفق المدى الموجي 350 – 2500 نانومتر بفاصل قدره 1 نانومتر لنباتات الشعير المزروعة تحت تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي, كما يبين هذه الانعكاسات الطيفية لجميع مراحل النمو وفق ما يسمى الاستجابة أو البصمة الطيفية لمحصول الشعير والتي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة.

وباستخدام برنامج HySCAP 0.1 تم تحديد الأطوال الطيفية ذات التغيرات الحدية خلال مراحل النمو ومن ثم تجميع الأطوال الموجية المتشابهة السلوك والمتجاورة لنحصل على مجالات طيفية يعبر عنها بقنوات طيفية ذات مركز في (الجدول 10)

كما تم حساب الأدلة النباتية التالية :

- دليل الفرق Diffirence Index

وفق المعادلة DI = NIR - RED والذي يوافق القنوات المستنبطة DI = λ872 - λ672

- دليل النسبة Ratio Index

وفق المعادلة RI = RED/NIR والذي يوافق القنوات المستنبطة RI = λ672/λ872

- دليل تسوية التباين الخضريّ الـ NDVI

NDVI= (NIR-RED)/(NIR+RED) والذي يوافق القنوات المستنبطة

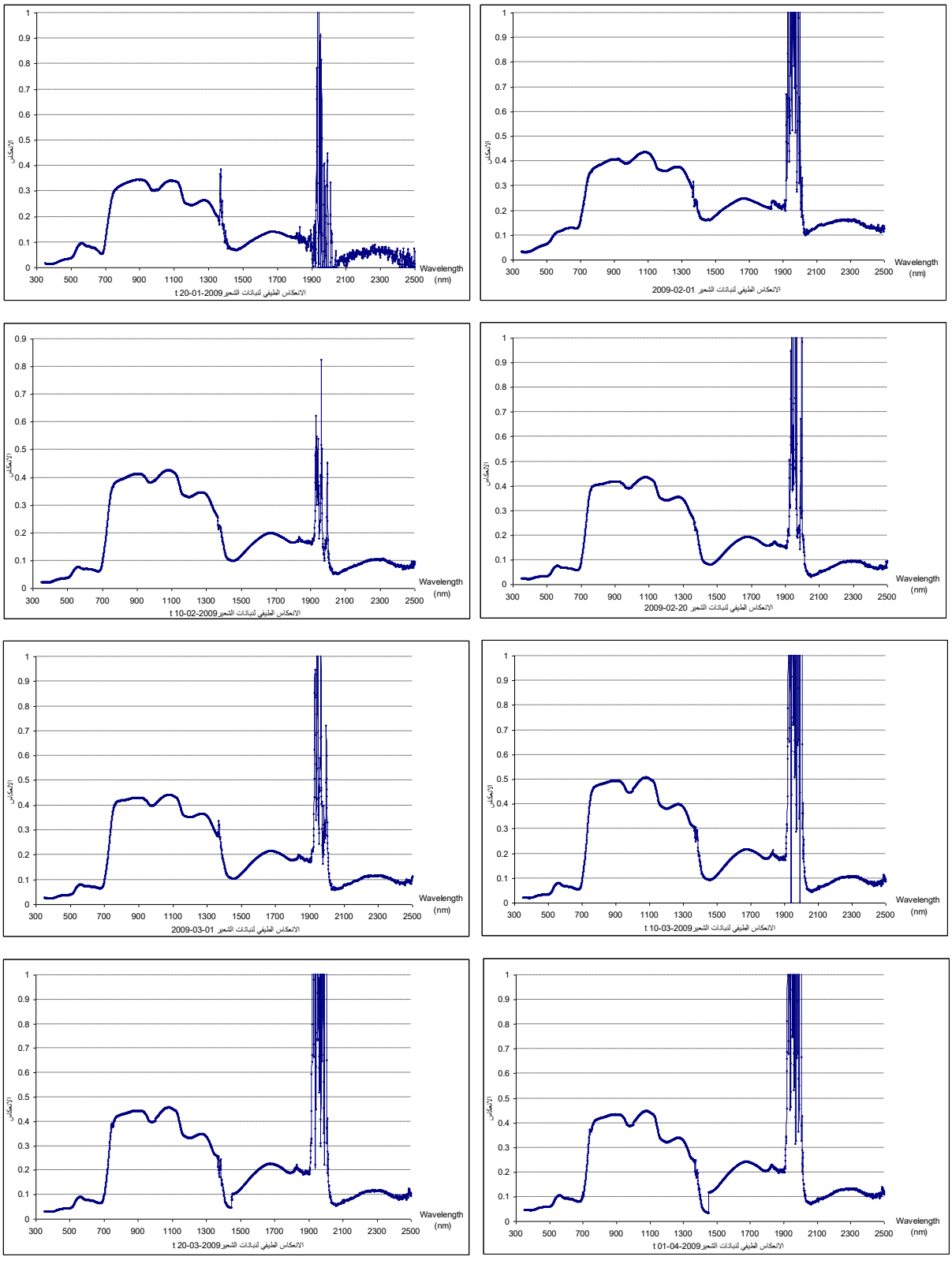
NDVI= (λ872 - λ672) / (λ872 + λ672)

الجدول (10) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة

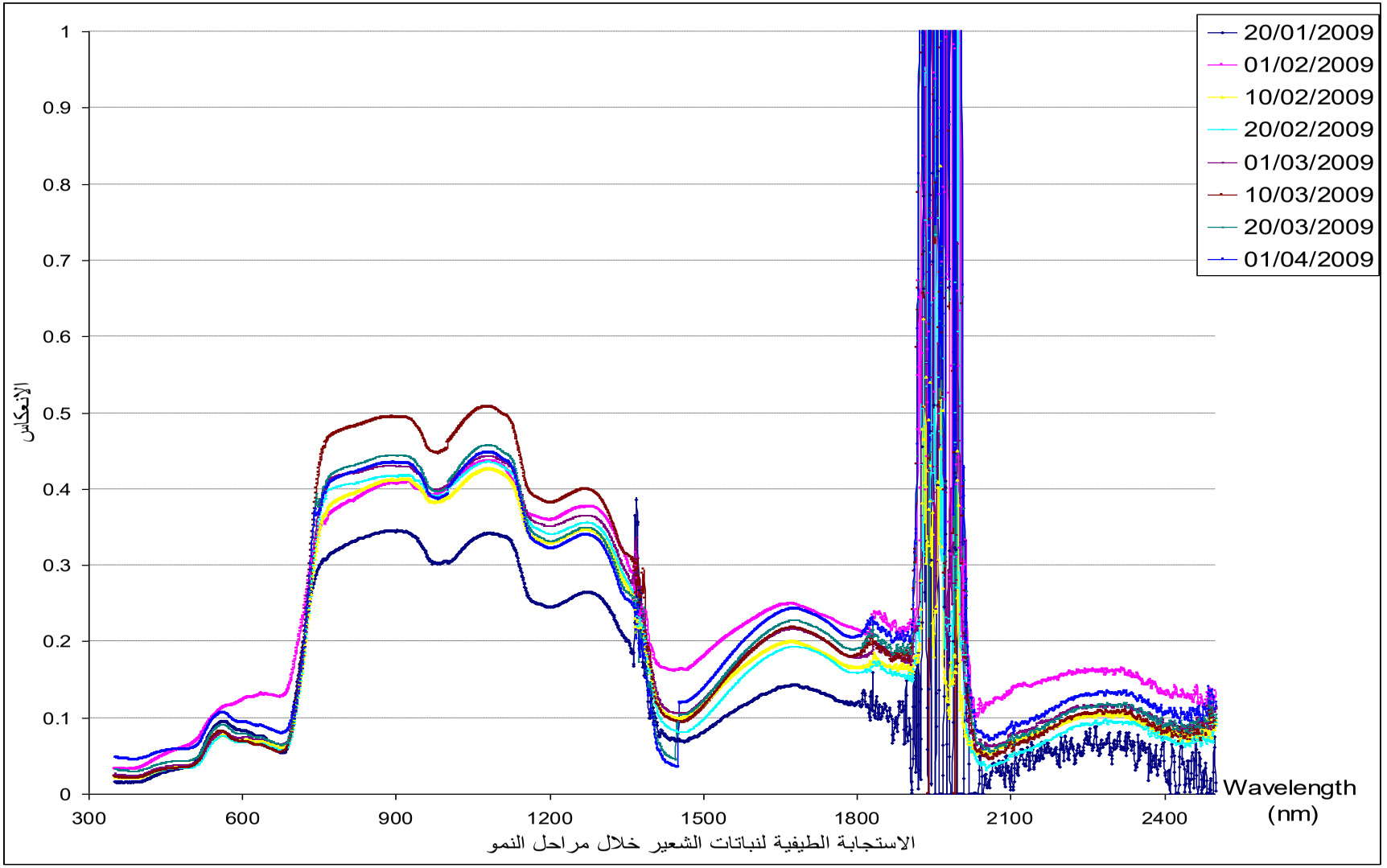
القناة		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
مركز المجال		355	395	465	555	672	872	982	1077	1197	1275	1450	1675	2070	2285
المجال	من	350	385	450	540	660	860	970	1060	1185	1265	1440	1660	2050	2265
	إلى	360	405	480	570	685	885	995	1095	1210	1285	1460	1690	2090	2305

يوضح الشكل (25) الانعكاس الطيفي لمحصول الشعير خلال مراحل النمو المتتالية فيلاحظ أن قيم الانعكاس في المجال المرئي قد تناقصت مع التقدم بمراحل النمو حتى مرحلة متقدمة وذلك بسبب تزايد تركيز اليخضور في النباتات وبالتالي زيادة امتصاص هذا المجال من الأشعة لاستخدامها في عملية التمثيل الضوئي, وعادت قيم انعكاس المجال السابق لتزداد بفعل تداخل عدة عوامل منها انخفاض كمية اليخضور في أوراق النباتات وظهور السفاة على النباتات .

وقد سلك المجال تحت الأحمر البعيد السلوك ذاته في حين أن قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريّب والمتوسط قد ازدادت من بداية مراحل النمو و حتى مرحلة أوج النمو لتعود وتنخفض من جديد, ويعزى ازدياد قيم الانعكاس في هذا المجال مع التقدم بالعمر إلى زيادة الكتلة الحية للنبات, أما الانخفاض في المراحل الأخيرة فهو نتيجة جفاف الأوراق السفلية وبالتالي انخفاض الوزن الرطب للنبات .



الشكل (24) قيم الإنعكاس الطيفي لنباتات الشعير خلال مراحل النمو الخضريّ المختلفة



الشكل (25)الاستجابة الطيفية للشعير خلال مراحل نموه

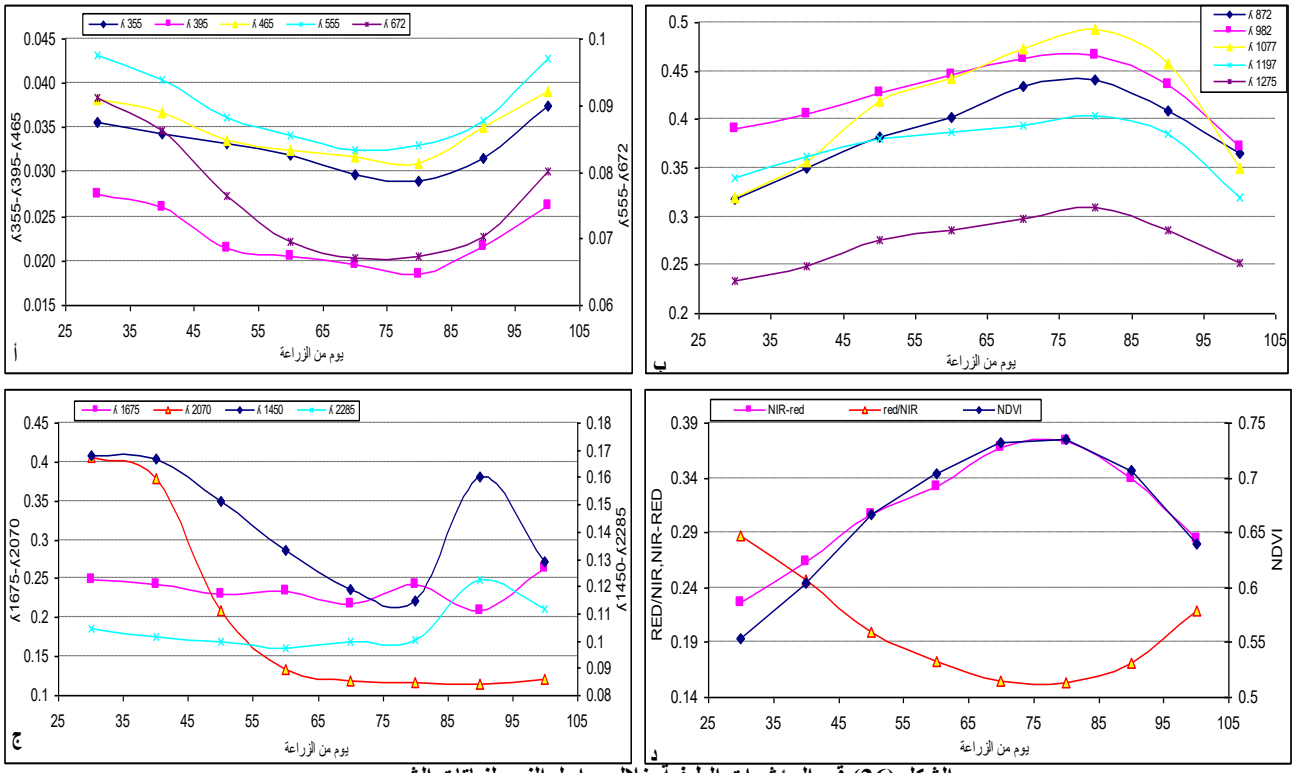
2 -1 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو

يوضح الشكل (26) قيم الانعكاسات الطيفية في المجالات المختلفة وقيم الأدلة النباتية خلال مراحل النمو لنباتات الشعير. أدّى عرض القنوات الطيفية التي حددت برمجياً وفق مراكز القنوات (λ355, λ395, λ465, λ555, λ672, λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275, λ1450, λ2070, λ2285) والأدلة النباتية NIR-RED وRED/NIR وNDVI في منحنيات بيانية (الشكل 26), إلى بيان أن هناك نوعين من الاتجاه العام في سلوك هذه القنوات خلال مراحل النمو مع الاحتفاظ بخصوصية وكمية الانعكاس المسجّل لكل قناة عن غيرها, فالاتجاه الأول كان سلوك القنوات الطيفية قصيرة الموجة من المجال المرئي حتى الأحمر, وهي القنوات (λ355, λ395, λ465, λ555, λ672) (الشكل 26– أ), والأمواج الطويلة الموجة من المجال تحت الأحمر البعيد وهي القنوات (λ1450, λ1675, λ2070, λ2285) (الشكل 26– ج) والدليل النباتي RED/NIR (الشكل 26 – د) حيث انخفضت قيم الانعكاس فيها بتقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو الخضري (بعمر 75 يوم من الزراعة تقريّباً) بينما سلكت القنوات تحت الأحمر القريّبة والمتوسطة وهي القنوات (λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275) (الشكل 26–ب) والدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED (الشكل 26 – د) سلوكاً معاكساً حيث تزايدت بتقدم عمر النبات حتى نفس مرحلة النمو السابقة وبعدها بدأت بالانخفاض. وفيما يلي مناقشة أهم قنوات تلك المجاميع :

أخذت قيم اللانعكاس في مجال الاشعة الحمراء (λ672) بالتناقص بدءاً من المراحل المبكرة للنمو وحتى المراحل المتقدمة, فتتناقصت القيم بدءا من عمر 30 يوم وحتى عمر70 يوم, حيث بلغت (0.091, 0.086, 0.076, 0.07, 0.066) ثم عادت وارتفعت بفروق غير معنوية بعد 80 يوم وحتى 90 يوم لتبلغ القيم (0.067, 0.07), ثم ارتفعت بعمر 100 يوم بفروق معنوية واضحة لتبلغ 0.08. ويعزى سبب هذا إلى بدء انخفاض قيمة اليخضور ودليل المساحة الورقية في المراحل المتأخرة من عمر النبات (الشكل 22- ب). ويعزى هذا إلى العلاقة القوية الناتجة عن امتصاص اليخضور للأشعة تحت الحمراء واستخدامه في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي كلما ازدادت شدة الامتصاص انخفضت قيمة الانعكاس, كما توصل إلى تفسيرات ونتائج مشابهة كل من : Tucker.(1977) and 1978 Inoue.(1988) and Filella *et al* .(1995). وسلك الدليل النباتي RED/NIR السلوك ذاته الذي سلكه المجال الطيفي (λ672) ولكن بتفاوت في البدء بارتفاع القيمة بين 80 و 100 يوم من الزراعة .

ويبين الشكل قيم الانعكاس الطيفي في المجال تحت الأحمر القريّب (λ872) خلال مراحل النمو, حيث تزايدت بدءاً من عمر 30 يوم وحتى 80 يوم, فبلغت القيم التالية (0.318,0.35, 0.382, 0.402, 0.434, 0.44) ثم بدأت تتناقص بعمر 90 و 100 يوم لتصل إلى (0.409, 0.365) على التوالي. حيث تناقصت القيمة بشكل غير معنوي بعمر 90 يوم ثم بمعنوية بعمر 100 يوم. ويعزى سبب ازدياد قيم الانعكاس في

هذا المجال حتى عمر 80 يوم إلى ازدياد الوزن الرطب للنبات مع التقدم بمراحل النمو, كما أن التناقص بمعنوية يعود لبدء تناقص الوزن الرطب ودليل المساحة الورقية في هذه المرحلة (الشكل 22- أ,ب), وقد سجل منحنى العلاقة المتزايدة كل من Tucker (1979), Kollenkark *et al* (1982) , Thenkabail *et al* (1994) , Li *et al* (2001)a, وسلكت المجالات الطيفية (982λ,1077λ, 1275λ) السلوك نفسه .



الشكل (26) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو لنباتات الشعير

كما يبين الشكل (26 - د) تزايد قيم الـ NDVI خلال مراحل النمو من عمر 30 يوم, حيث بلغت 0.554 وحتى عمر 80 يوم لتصل إلى 0.734 وتعود وتتناقص لتبلغ 0.707 , 0.639 بعمر 90, 100 يوم من الزراعة على التوالي. وهذا يعود للعلاقة الطردية بين هذا الدليل والكتلة الحية للنبات التي سجلت منحنى مشابه من حيث الازدياد مع التقدم بمراحل النمو ولكن حتى عمر 90 يوم (شكل 22- أ), في حين تزايدت قيمة الدليل حتى عمر 80 يوم ثم بدأت بالتناقص. وقد سجل منحنى العلاقة المتزايدة على محصول الشعير ومحاصيل أخرى كل من : Heist *et al* (1988), Li *et al* (2001)b, Zaki *et al* (2001), Abd El-Gawad *et al* (2004)a,b, وسلك الدليل النباتي NIR-RED السلوك ذاته .

2-2 - المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تحت تأثير الريّ والتسميد الآزوتي

يوضح الجدول (11) قيم المؤشرات الطيفية في المجالات المختلفة وقيم الأدلة النباتية خلال حياة نبات الشعير تبعاً للمستويات المختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي. فتتزايدت قيم المجال الطيفي (672λ) بتناقص كمية السماد الآزوتي المضاف, فبلغت أعلى قيمة له 0.082 وذلك عند مستوى تسميد آزوتي

N%0, وتناقصت إلى 0.078, 0.072 مع تزايد مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 وN%100 على التوالي. كما أثر تناقص مستوى الريّ على قيم انعكاس هذا المجال بنفس تأثير تناقص معدلات التسميد الآزوتي, فبلغت أعلى قيمة له عند مستوى ريّ I%25 وبلغت 0.0818, ثم تناقصت 0.0785, 0.0726 عند مستويي الريّ I%50 وI%100 على التوالي.

وسجّل الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%0 وN%100 مقداراً بلغ 0.0099, بينما بلغ الفرق بين مستويي الريّ I%25 وI%100 مقداراً 0.0092, ممّا يعطي التسميد الآزوتي الأثر الأكبر في التأثير على قيم الانعكاس الطيفي في المجال المرئي الأحمر (λ672). ويعود ذلك إلى الأثر الأكبر للتسميد الآزوتي على تركيز اليخضور في النبات (الجدول 8) والذي يرتبط بعلاقة طردية مع تباينات في مستويات التسميد الآزوتي أو كميات مياه الريّ و يزيد من الامتصاص الضوئي في هذا المجال الطيفي, وسجّل هذه العلاقة أيضاً Tucker (1977) and (1978) .

ويبين الجدول تزايد قيم المجال الطيفي (λ872) بتزايد مستوى التسميد الآزوتي, فعند مستوى تسميد آزوتي يلبي كامل احتياجات النبات بلغت القيمة 0.399, وانخفضت مع انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى 0.388, 0.376 عند مستويي تسميد N%50 وN%0. وبالمثل تناقصت قيمة الانعكاس ضمن هذا المجال مع تناقص كمية مياه الريّ ولكن بفروق أكبر, فبلغت القيم (0.420, 0.384, 0.359) عند مستويات الريّ I%100, I%50, I%25 على التوالي.

ومن هنا يتبيّن أن مجالات تغيير قيم الانعكاس المجال الطيفي (λ872) الناتجة عن اختلاف مستويات الريّ, أكبر من تلك الناتجة عن اختلاف في مستويات التسميد الآزوتي, والتي كانت ضمن مجال ضيق وبفروق صغيرة. ممّا يدل على تأثر قيمة انعكاس هذا المجال بتغير كمية الريّ المضافة إذ أن أكبر قيم هذا المجال كانت عند مستوى ريّ يغطي كامل احتياجات النبات, وأقل قيم كانت عند مستوى ريّ I%25, ومنه يستنتج أن تأثير الريّ تفوّق على تأثير التسميد الآزوتي في تحديد قيم الانعكاس المجال الطيفي (λ872), وذلك يعود لأهمية الريّ في زيادة الكتلة الحية (الجدول 8) وحجم الفراغات البينية بين الخلايا كما يؤكد ذلك بيانات كل من Kollenkark *et al* (1982), Thenkabail *et al* (1994) , Li *et al* (2001)a

ويوضح الجدول (11) أيضاً قيم دليل الغطاء النباتي NDVI حيث بلغت أعلى معدل للدليل ضمن معاملة التسميد الآزوتي عند المستوى الذي يلبي احتياج النبات بقيمة 0.693, وانخفض إلى 0.665 و0.640 عند انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 وN%0 على التوالي, كما أخذ الدليل النباتي القيم (0.704, 0.66, 0.629) عند مستويات الريّ I%100 وI%50 وI%25, وبالتالي يلاحظ تقارب في قيم الدليل المحققة من قبل العاملين المدروسين باختلاف مستوياتهما مع أثر أكبر لعامل الريّ, وذلك يبدو من القيمة الأكبر التي حققها المستوى الكامل منه وأدنى قيمة للدليل التي حققها مستوى الريّ I%25, ممّا يبين

أهمية الدليل في رصد التغيرات الناتجة عن الريّ والتسميد الآزوتي, والمتمثلة في صفات الكتلة الحية والوزن الجاف ودليل مساحة الاوراق و تركيز اليخضور(الجدول 8) بعلاقة طردية تتشابه في منحناها مع كل من على محصول الشعير ومحاصيل أخرى كل من Li *et al* , Heist *et al* (1988) (2001)b , Zaki *et al* (2001) , Abd El-Gawad *et al* (2004)a,b

الجدول (11) قيم المؤشرات الطيفية و الأدلة النباتية خلال حياة نبات الشعير تبعاً للريّ والتسميد الآزوتي

المعاملات		المؤشرات الطيفية								
		λ 355	λ 395	λ 465	λ 555	λ 672	λ 872	λ 982	λ 1077	λ 1197
N	N%100	0.030	0.019	0.032	0.088	0.072	0.399	0.442	0.430	0.396
	N%50	0.032	0.023	0.035	0.089	0.078	0.388	0.430	0.409	0.369
	N%0	0.037	0.025	0.037	0.092	0.082	0.376	0.404	0.403	0.350
I	I%100	0.031	0.021	0.033	0.085	0.073	0.420	0.488	0.460	0.413
	I%50	0.033	0.023	0.035	0.090	0.078	0.384	0.419	0.408	0.371
	I%25	0.035	0.024	0.036	0.094	0.082	0.359	0.370	0.374	0.331
LSD%5		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	0.005	0.005
N%100	I%100	0.028	0.018	0.030	0.085	0.069	0.444	0.522	0.480	0.438
	I%50	0.030	0.020	0.032	0.088	0.073	0.385	0.448	0.423	0.395
	I%25	0.032	0.021	0.034	0.090	0.075	0.348	0.357	0.387	0.355
N%50	I%100	0.030	0.022	0.034	0.084	0.072	0.423	0.488	0.452	0.423
	I%50	0.031	0.024	0.035	0.091	0.079	0.382	0.415	0.403	0.362
	I%25	0.034	0.024	0.037	0.093	0.084	0.359	0.388	0.373	0.323
N%0	I%100	0.034	0.023	0.035	0.087	0.077	0.394	0.454	0.448	0.379
	I%50	0.037	0.025	0.038	0.090	0.083	0.385	0.394	0.399	0.356
	I%25	0.040	0.027	0.040	0.098	0.087	0.370	0.364	0.362	0.313
LSD%5		0.001	0.001	0.001	0.001	0.0022	0.007	0.008	0.008	0.008
		λ 1275	λ 1450	λ 1675	λ 2070	λ 2285	NDVI	NIR-red	red/NIR	
N	N%100	0.288	0.129	0.216	0.174	0.088	0.693	0.327	0.181	
	N%50	0.271	0.157	0.225	0.186	0.107	0.665	0.310	0.201	
	N%0	0.262	0.146	0.257	0.241	0.114	0.640	0.293	0.219	
I	I%100	0.306	0.136	0.223	0.188	0.099	0.705	0.348	0.173	
	I%50	0.273	0.143	0.237	0.197	0.107	0.660	0.305	0.204	
	I%25	0.243	0.149	0.248	0.215	0.113	0.629	0.277	0.228	
LSD%5		0.003	0.002	0.004	0.002	0.009	0.006	0.005	0.004	
N%100	I%100	0.323	0.119	0.203	0.146	0.084	0.730	0.374	0.156	
	I%50	0.286	0.125	0.217	0.160	0.088	0.680	0.312	0.190	
	I%25	0.256	0.134	0.230	0.184	0.094	0.646	0.273	0.215	
N%50	I%100	0.305	0.131	0.210	0.161	0.091	0.710	0.351	0.170	
	I%50	0.268	0.139	0.233	0.175	0.103	0.657	0.303	0.207	
	I%25	0.240	0.146	0.249	0.198	0.110	0.622	0.275	0.233	
N%0	I%100	0.289	0.134	0.243	0.221	0.098	0.673	0.317	0.195	
	I%50	0.264	0.142	0.255	0.235	0.111	0.645	0.302	0.216	
	I%25	0.234	0.149	0.271	0.273	0.122	0.619	0.283	0.235	
LSD%5		0.005	0.003	0.007	0.003	0.015	0.010	0.008	0.008	

كما يبين الجدول (11) قيم الانعكاسات الطيفية في المجالات المختلفة وقيم الأدلة النباتية خلال حياة النبات تحت التأثير التفاعلي للريّ و التسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة. فتزايدت قيم انعكاس المجال الطيفي

(672λ) ضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 بتناقص كمية مياه الريّ المضافة حيث بلغت 0.077عند مستوى ريّ I%100, وازدادت لتصل إلى 0.083 و0.087 عند مستويي ريّ I%50 وI%25 على التوالي. وسلك مستوى التسميد الآزوتي N%50 وN%100 السلوك ذاته .

كما تناقصت قيمة انعكاس المجال الطيفي لنفس المجال بازدياد كمية السماد الآزوتي ضمن مستوى الريّ الواحد فبلغت 0.087 عند مستوى ريّ I%25 ومستوى تسميد آزوتي N%0, وانخفضت لتصل إلى 0.075 عند ازدياد مستوى التسميد الآزوتي إلى N%100. وكذلك كان الأمر بالنسبة لمستويي الريّ الآخرين.

ممّا سبق يتضح أنه ضمن مستوى التسميد الآزوتي الواحد كانت قيم الانعكاس الطيفي للمجال السابق متقاربة بين مستويات الريّ المدروسة, بينما ازداد الفرق عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي لآخر, ممّا يعني أن تأثير السماد الآزوتي أكبر من تأثير الريّ في تحديد قيمة الانعكاس لهذا المجال. ويعود ذلك إلى الأثر الأكبر للتسميد الآزوتي على تركيز اليخضور في النبات (الجدول 8) والذي يزيد من امتصاص هذا المجال الطيفي .

ويبين الجدول السابق قيم الانعكاس الطيفي (872λ) تحت التأثير التفاعلي للمعاملتين المدروستين خلال حياة النبات. فضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 ازدادت قيمة هذا المجال بازدياد مستوى الريّ فبلغت القيمة 0.370 عند مستوى ريّ I%25 و0.385 عند مستوى I%50 و0.394 عند مستوى I%100 وعند الانتقال إلى مستوى تسميد آزوتي N%100 ازدادت القيم السابقة فبلغت (0.348, 0.385, 0.444) لنفس مستويات الريّ. ومنه يلاحظ أنه عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي إلى مستوى أعلى ازدادت قيمة الانعكاس في هذا المجال زيادة بسيطة بينما ازدادت بنسبة أكبر عند زيادة مستوى الريّ, فكان الفرق في قيم المجال بين مستويي ريّ كبيرة نسبياً, ومنه يستنتج الأثر الكبير لكمية مياه الريّ المضافة في تحديد قيمة المجال السابق. و ذلك يعود لأهمية الريّ في زيادة الكتلة الحية (الجدول 8) والتي ترتبط بعلاقة طردية مع هذا المجال.

ويوضح الجدول السابق قيم الدليل النباتي NDVI أيضاً تبعاً للتأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي خلال حياة النبات, فضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 كان الريّ هو العامل المحدد لقيم الدليل فأخذ القيم (0.619 , 0.645 , 0.673) لمستويات الريّ I%25, I%50, I%100. بينما كان التسميد هو العامل الأكثر أهمية عند مستوى N%100. فاستطاع الريّ تحقيق قيم عالية لوجود هذا المستوى من السماد الآزوتي الذي يلبي احتياج النبات وبلغت قيم الدليل (0.646, 0.680, 0.730) لمستويات الريّ السابقة. وبالتالي كان التأثير التفاعلي لمستوى المعاملتين المدروستين هام في تحديد قيمة الدليل النباتي السابق خلال حياة النبات وذلك لازدياد الوزن الرطب والجاف مع ازدياد مستوى الريّ والتسميد (الجدول 8).

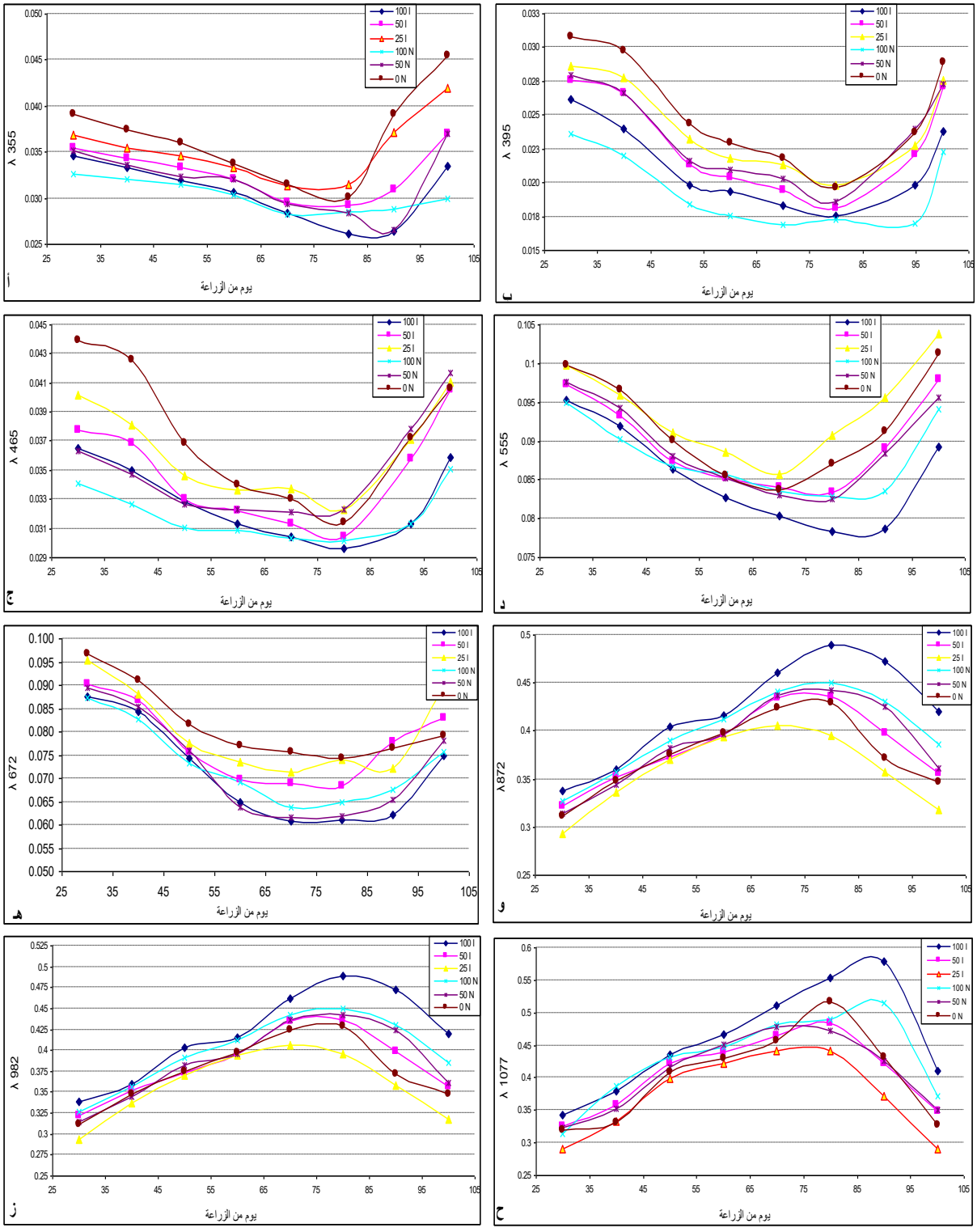
وسلكت المجالات الطيفية (355λ, 395λ, 465λ, 555λ, 1450λ, 1675λ, 2070λ, 2285λ) السلوك ذاته الذي سلكه المجال الطيفي (672λ), كما كان الأمر في الدليل النباتي RED/NIR لكن تأثير عامل الريّ أكبر من عامل التسميد الآزوتي, بينما سلكت المجالات الطيفية (982λ, 1077λ, 1275λ) السلوك نفسه, أما الدليل النباتي NIR-RED فقد سلك السلوك ذاته .

2 -3- المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الريّ والتسميد الآزوتي

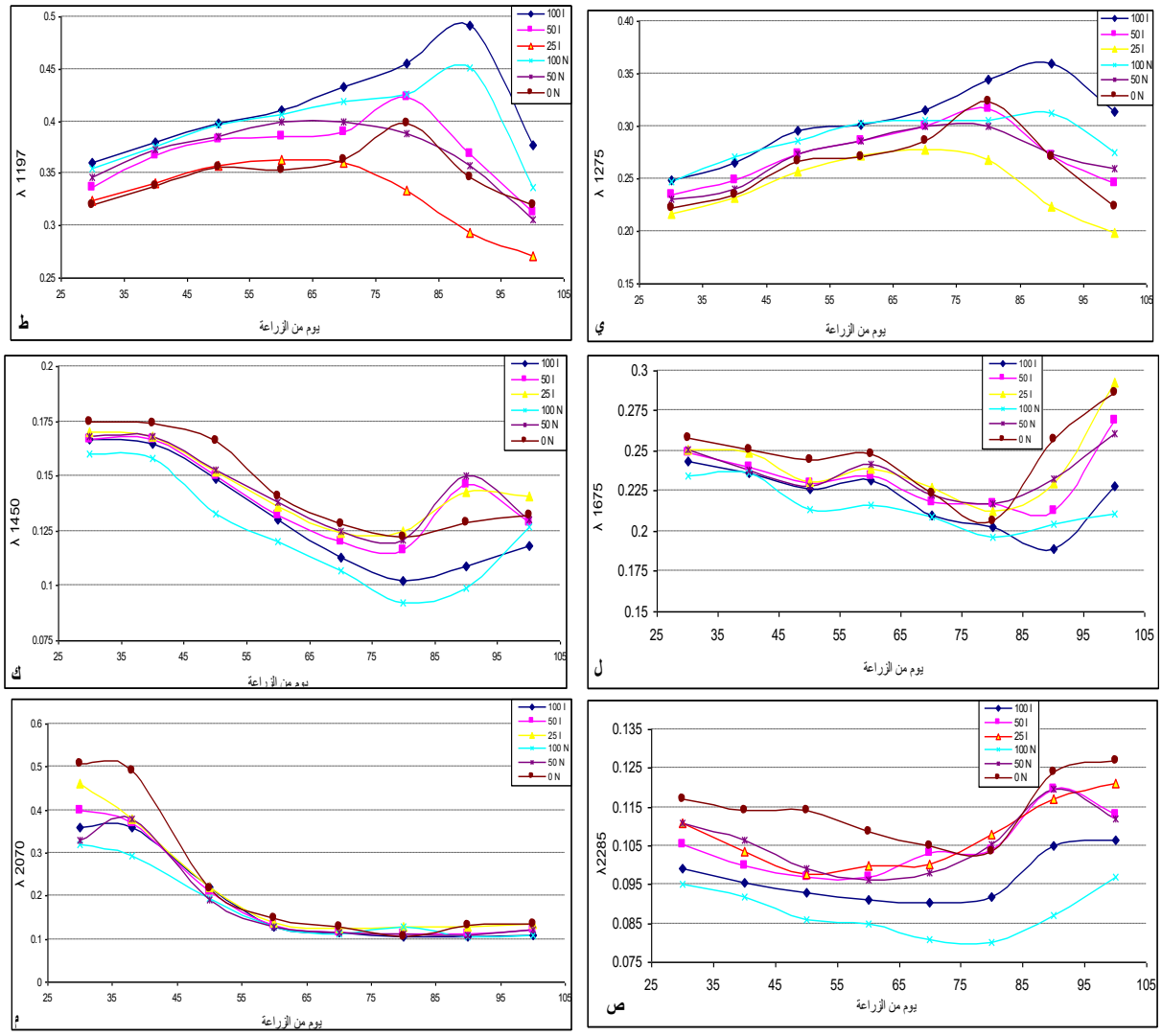
يبين الشكل (27) قيم المؤشرات الطيفية وقيم الأدلة النباتية خلال مراحل النمو المختلفة, وذلك تبعاً للريّ والتسميد الآزوتي. حيث كان المجال الطيفي (672λ) قد سلك سلوكاً متماثلاً إلى حد ما في جميع المعاملات المدروسة, واتسم بالتناقص بدءاً من مراحل النمو المبكرة وحتى مراحل أوج النمو للمعاملات المدروسة, ثم يعود ليزداد من جديد بقيم متفاوتة (الشكل 27 – هـ). فبلغت قيم انعكاس المجال الطيفي السابق تحت مستوى ريّ يغطي كامل احتياج النبات كالتالي (0.088, 0.084, 0.074, 0.065, 0.061, 0.061 و 0.062, 0.075) خلال مراحل النمو المختلفة. كما سلكت قيم الانعكاس للمجال الطيفي (672λ) السلوك ذاته عند انخفاض مستوى الريّ فتناقصت قيمة الانعكاس من 0.09 و0.095 لمستويي الريّ I%50, I%25 على التوالي, لتصل بعمر 80 يوم إلى 0.069 للمستوى I%50 و0.074 للمستوىI%25, ثم تزايدت في المرحلة الاحقة لتبلغ 0.083 و0.089 بعمر 100 يوم للمستويين السابقين وعلى التوالي. ويعزى هذا التفاوت بالمرحلة التي بدأت عندها قيم الانعكاس بالازدياد إلى اختلاف المستويات المدروسة بالوصول إلى مرحلة أوج النمو فوصلت معاملة الريّ I%25 بعمر مبكر وظهرت السنابل بمعدل أسرع وأصبحت تساهم في جزء من الانعكاس.

كما يلاحظ تزايد قيم الانعكاس بازدياد كمية مياه الريّ المعطاة للنباتات. ففي المرحلة الأولى بعمر 30 يوم تزايدت قيمة انعكاس المجال من قيمة 0.088 إلى 0.09 و0.095 عند زيادة مستوى الريّ من I%25 إلى I%50 و I%100 على التوالي. وسلكت المراحل اللاحقة السلوك ذاته, مع فروق أكبر تظهر تأثير الريّ بشكل أكبر. كما تناقصت قيم انعكاس المجال عبر مراحل مختلفة حتى الوصول إلى مرحلة أوج النمو لتزداد بعد ذلك تدريّجياً في مستويات التسميد الآزوتي المختلفة, فبلغت قيم الانعكاس بالنسبة لمستوى التسميد الآزوتي N%100 التالي (0.087, 0.083, 0.073, 0.069, 0.064, 0.065, 0.068, 0.076) خلال مراحل النمو المختلفة. كما تناقصت قيم انعكاس المجال (672λ) تحت تأثير مستويي التسميد الآزوتي N%50 وN%0 فبعمر 30 يوم بلغت قيم الانعكاس 0.089 و0.97 للمستويين السابقين على التوالي, ووصلت إلى 0.062 لمستوى N%50 بعمر 70 يوم و0.074 للمستوى N%0 بعمر 80 يوم, ثم تزايدت القيم بعد ذلك لتبلغ 0.078 و0.079 بعمر 100 يوم .

وهذا وتزايدت قيم انعكاس المجال الطيفي بتناقص كمية السماد الآزوتي فازدادت القيمة من 0.087 إلى 0.089 و0.097 عند الانتقال من مستوى N%100 إلى مستوى N%50 وN%0 وذلك بعمر 30 يوم وقد سلكت بقية المراحل السلوك ذاته .



الشكل (27) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الريّ والتسميدالآزوتي



تابع الشكل (27) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الريّ والتسميدالآزوتي

ويعزى سلوك هذا المجال إلى تأثير الأسمدة الآزوتية الكبير وتأثير مياه الريّ بمستوياتهما المختلفة على تركيز اليخضور في النبات والتي سلكت سلوكاً معاكساً لسلوك هذا المجال خلال مراحل النمو تحت تأثير المستويات السابقة من العاملين المدروسين (الشكل 23 - أ). وبالتالي ازدياد امتصاص المجال السابق مع زيادة كمية اليخضور في النبات وذلك لاستخدامه في عملية التمثيل الضوئي.

و سلكت المجالات الطيفية (2285λ, 2070λ , 1675λ,1450λ, 555λ, 465λ, 395λ, 355λ) السلوك ذاته الذي سلكه المجال الطيفي (672λ) الشكل (27 – أ – ب – ج – د - ك – ل – م – ص) كما كان الأمر في الدليل النباتي RED/NIR لكن بتأثير الريّ أكبر من التسميد الآزوتي بعد 70 يوم من الزراعة (الشكل 28 - ج).

كما يبين الشكل (27 - و) قيم المجال الطيفي (872λ) خلال مراحل النمو المختلفة, تبعاً للريّ والتسميد الآزوتي ومستوياتها المختلفة. فتتزايد قيم الانعكاس لهذا المجال بدءاً من مراحل النمو المبكرة لتكون أعلى قيمة لها في مراحل أوج النمو ثم تتناقص في مراحل لاحقة, فضمن مستوى ريّ I%100 تتزايد القيم

كالتالي (0.383, 0.36, 0.404, 0.416, 0.461, 0.489, 0.472, 0.420), فيلاحظ تناقص قيمة المجال في المرحلة الأخيرة بعد مرحلة أوج النمو, وسلكت القيم ضمن مستوى الريّ I%50 السلوك ذاته فازدادت من 0.322 في عمر 30 يوم إلى 0.436 بعمر 80 يوم ثم بدأ التناقص تدريّجيا بعدها, وكذلك كان المستوى I%25 فبلغت قيمته بعمر 30 يوم 0.293 ثم ازدادت إلى 0.406 في مرحلة أوج النمو بعمر 70 يوم ثم عادت لتتابع التناقص.

كما يلاحظ تناقص قيم انعكاس المجال السابق بانخفاض كمية مياه الريّ , حيث بلغت القيمة بعمر 70 يوم لمستوى ريّ I%100 القيمة0.461 وانخفضت بانخفاض الريّ إلى 0.435 و0.406 عند مستويي الريّ 50 و I%25, وقد سلكت المراحل الباقية السلوك ذاته .

وسلكت معاملة التسميد الآزوتي السلوك نفسه في التأثير على قيم المجال السابق كما في مستويات الريّ. فتزايدت قيمة الانعكاس مع التقدم بعمر النبات خلال المراحل المختلفة حتى أوج النمو. كما كانت تتزايد بزيادة مستوى التسميد الآزوتي, فعند مستوى تسميد آزوتي يلبي كامل احتاج النبات كانت القيم قد بلغت (0.327, 0.357, 0.391, 0.412, 0.442, 0.45, 0.431, 0.386). أما عند مستوى تسميد N%50 ازدادت القيم من 0.315 بعمر 30 يوم إلى 0.443 بعمر80 يوم. وبالمثل سلكت القيم عند مستوى تسميد آزوتي N%0 حيث تابعت الزيادة حتى عمر 80 يوم, فبلغت القيمة بعمر 30 يوم 0.311 وازدادت لتصل إلى 0.428 بعمر80 يوم, ثم تناقصت قيم الانعكاس للمستويات السابقة بعد مرحلة 80 يوم. و يلاحظ من القيم السابقة أنه بانخفاض مستوى السماد الآزوتي تناقصت قيم المجال السابقة, فبعمر 80 يوم تناقصت القيم عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي N%100 إلى N%50 و N%0 على الشكل التالي (0.45, 0.443, 0.429), وبالمثل سلكت المراحل المختلفة السلوك ذاته .

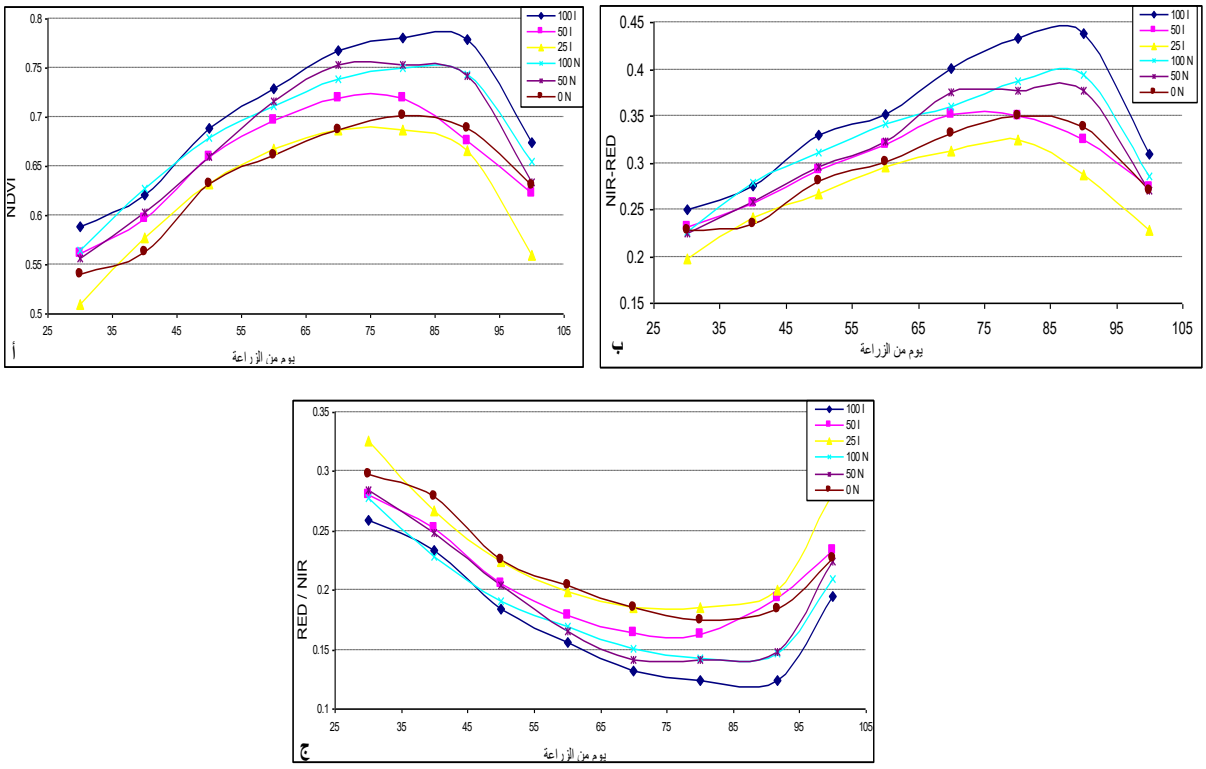
ممّا سبق يتبيّن أن الفرق بين مستويي الريّ I%100 وI%25 بلغ 0.094 بعمر 80 يوم بينما بلغ الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 و N%0 بنفس العمر 0.021, وإن أعلى قيمة انعكاس حققت كانت من قبل مستوى الريّ الكامل بالإضافة إلى أن أقل قيمة حققت كانت من قبل المستوى الأدنى من الريّ. وبالتالي يمكن الاستنتاج بأن تأثير الريّ كان أكبر من تأثير التسميد الآزوتي. ويعزى ذلك بتأثير الريّ الكبير على الكتلة الحية وازديادها مع زيادة كمية مياه الريّ ومع تقدم مراحل النمو, والعلاقة الطردية القوية بين الكتلة الحية وقيم انعكاس المجال الطيفي (872λ). وبالمقارنة مع قيم الوزن الرطب(الشكل 23 - ب) يلاحظ أن ازدياد انعكاس هذا المجال قد ترافق مع زيادة في الكتلة الحية, وسلكت المجالات (1275λ, 1197λ, 1077λ , 982λ) السلوك ذاته كما في الأشكال (27 – ز – ح –ط – ي).

كما يبين الشكل (28 - أ) تغير قيم الدليل النباتي NDVI خلال مراحل النمو تحت تأثير المعاملتين المدروستين. حيث تزايدت قيمة الدليل مع تقدم مراحل النمو في المعاملتين المدروستين بمستوياتهما المختلفة حتى مرحلة أوج النمو لتتناقص بعد ذلك, فتحت تأثير مستوى ريّ يلبي كامل احتياج النبات

تزايدت قيمة الدليل على الشكل التالي (0.588, 0.62, 0.689, 0.73, 0.767, 0.78) من عمر 30 يوم حتى عمر 80 يوم, ثم تناقصت في المراحل اللاحقة لتبلغ (0.797, 0.674) بعمر 90 و100 يوم, كما سلك مستوى الريّ I%50 السلوك نفسه فازدادت القيمة من (0.562, 0.719) من عمر 30 وحتى 80 يوم ثم تناقصت لتصل إلى 0.622 بعمر 100 يوم, وسلك مستوى الريّ I%25 السلوك نفسه .

ويلاحظ ممّا سبق أنه بانخفاض مستوى الريّ كانت قيمة الدليل NDVI تتناقص حيث بلغت 0.588 عند مستوى I%100 بعمر 30 يوم وانخفضت لتصل إلى مستوى 0.562 و0.509 تحت مستوى ريّ I%50, I%25 لنفس المرحلة السابقة, وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته .

أما بالنسبة للتسميد الآزوتي فقد سلكت السلوك نفسه الذي سلكته معاملة الريّ, فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي N%100 ازدادت قيمة الدليل من قيمة 0.565 بعمر 30 يوم إلى 0.75 بعمر 80 يوم, ثم عادت لتتناقص في المراحل اللاحقة, كما سلك مستوى N%50 السلوك ذاته حيث انه بنفس المرحلتين السابقتين ازدادت القيمة من 0.557 إلى 0.753 ثم عاودت لتتناقص, وكذلك كان الأمر بالنسبة لمستوى N%0.



الشكل (28) قيم الأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت تأثير الريّ والتسميد الآزوتي

و ممّا سبق يلاحظ أيضاً أن انخفاض قيمة الدليل بانخفاض مستوى التسميد الآزوتي حيث أنه بعمر 30 يوم تناقصت قيمة الدليل من 0.565 إلى 0.557 و 0.54 لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50 و N%0 على التوالي. ممّا سبق يستنتج بأن أعلى قيمة NDVI تحققت تحت مستوى الريّ الكامل, بالإضافة إلى أن أقل قيمة كانت تحت المستوى الأدنى من الريّ, وبالتالي يمكن القول أن تأثير الريّ أكبر من تأثير التسميد الآزوتي. ويعود هذا للعلاقة الطردية بين الدليل والكتلة الحية للنبات التي سجّلت منحنى

مشابه من حيث الازدياد مع التقدم بمراحل النمو ولكن حتى عمر90 يوم (شكل 23 - ج) في حين تزايدت قيمة الدليل حتى عمر 80 يوم ثم بدأت بالتناقص لمساهمة السنابل في قيم الانعكاس, وكان الدليل النباتي NIR-RED قد سلك السلوك ذاته (الشكل 28 – ب) .

2 – 4 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي

يبين الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية تحت تأثير التفاعل للريّ والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو.

الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي

المعاملات		يوم من الزراعة							
		30	40	50	60	70	80	90	100
					λ 355				
N%100	I%100	0.0320	0.0310	0.0297	0.0279	0.0261	0.0247	0.0270	0.0280
	I%50	0.0320	0.0320	0.0320	0.0310	0.0281	0.0300	0.0280	0.0290
	I%25	0.0339	0.0330	0.0328	0.0320	0.0304	0.0308	0.0316	0.0330
N%50	I%100	0.0345	0.0330	0.0320	0.0310	0.0282	0.0258	0.0228	0.0320
	I%50	0.0348	0.0340	0.0320	0.0320	0.0290	0.0278	0.0240	0.0370
	I%25	0.0360	0.0340	0.0330	0.0330	0.0311	0.0316	0.0330	0.0420
N%0	I%100	0.0372	0.0360	0.0340	0.0330	0.0307	0.0280	0.0293	0.0404
	I%50	0.0394	0.0370	0.0359	0.0330	0.0314	0.0300	0.0410	0.0450
	I%25	0.0407	0.0395	0.0380	0.0352	0.0325	0.0321	0.0470	0.0510
LSD5%		0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.003	0.005
					λ 395				
N%100	I%100	0.0320	0.0310	0.0297	0.0279	0.0261	0.0247	0.0270	0.0280
	I%50	0.0320	0.0320	0.0320	0.0310	0.0281	0.0300	0.0280	0.0290
	I%25	0.0339	0.0330	0.0328	0.0320	0.0304	0.0308	0.0316	0.0330
N%50	I%100	0.0345	0.0330	0.0320	0.0310	0.0282	0.0258	0.0228	0.0320
	I%50	0.0348	0.0340	0.0320	0.0320	0.0290	0.0278	0.0240	0.0370
	I%25	0.0360	0.0340	0.0330	0.0330	0.0311	0.0316	0.0330	0.0420
N%0	I%100	0.0372	0.0360	0.0340	0.0330	0.0307	0.0280	0.0293	0.0404
	I%50	0.0394	0.0370	0.0359	0.0330	0.0314	0.0300	0.0410	0.0450
	I%25	0.0407	0.0395	0.0380	0.0352	0.0325	0.0321	0.0470	0.0510
LSD5%		0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.002	0.002	0.005
					λ 465				
N%100	I%100	0.0320	0.0310	0.0300	0.0300	0.0290	0.0279	0.0290	0.0328
	I%50	0.0347	0.0340	0.0311	0.0310	0.0300	0.0295	0.0310	0.0345
	I%25	0.0356	0.0330	0.0320	0.0316	0.0320	0.0331	0.0339	0.0380
N%50	I%100	0.0340	0.0330	0.0320	0.0310	0.0308	0.0320	0.0354	0.0400
	I%50	0.0350	0.0340	0.0320	0.0320	0.0315	0.0308	0.0374	0.0440
	I%25	0.0401	0.0371	0.0340	0.0340	0.0341	0.0341	0.0407	0.0411
N%0	I%100	0.0435	0.0410	0.0366	0.0330	0.0316	0.0290	0.0297	0.0348
	I%50	0.0435	0.0425	0.0360	0.0337	0.0326	0.0310	0.0390	0.0430
	I%25	0.0449	0.0443	0.0380	0.0354	0.0350	0.0341	0.0430	0.0440
LSD5%		0.004	0.002	0.001	0.004	0.005	0.002	0.004	0.002
					λ 555				
N%100	I%100	0.0930	0.0890	0.0850	0.0840	0.0820	0.0794	0.0790	0.0870
	I%50	0.0960	0.0900	0.0860	0.0850	0.0847	0.0829	0.0830	0.0970
	I%25	0.0960	0.0920	0.0893	0.0880	0.0838	0.0864	0.0887	0.0982
N%50	I%100	0.0960	0.0930	0.0860	0.0824	0.0795	0.0758	0.0750	0.0847
	I%50	0.0970	0.0940	0.0870	0.0861	0.0852	0.0840	0.0940	0.1000
	I%25	0.1000	0.0960	0.0910	0.0872	0.0844	0.0880	0.0961	0.1020
N%0	I%100	0.0970	0.0940	0.0880	0.0819	0.0798	0.0800	0.0819	0.0960
	I%50	0.0990	0.0960	0.0890	0.0844	0.0822	0.0830	0.0900	0.0970
	I%25	0.1035	0.1000	0.0932	0.0904	0.0889	0.0980	0.1020	0.1111
LSD5%		0.002	0.002	0.001	0.004	0.004	0.006	0.004	0.005

تابع الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي

					λ 672				
N%100	I%100	0.0830	0.0800	0.0720	0.0682	0.0630	0.0618	0.0580	0.0670
	I%50	0.0850	0.0840	0.0730	0.0691	0.0640	0.0635	0.0720	0.0750
	I%25	0.0940	0.0840	0.0747	0.0706	0.0640	0.0691	0.0730	0.0850
N%50	I%100	0.0880	0.0840	0.0750	0.0559	0.0522	0.0607	0.0676	0.0710
	I%50	0.0880	0.0850	0.0760	0.0653	0.0712	0.0790	0.0843	0.0840
	I%25	0.0920	0.0870	0.0770	0.0700	0.0747	0.0887	0.0949	0.0918
N%0	I%100	0.0920	0.0890	0.0760	0.0709	0.0671	0.0610	0.0607	0.0870
	I%50	0.0980	0.0910	0.0780	0.0745	0.0716	0.0630	0.0776	0.0900
	I%25	0.1000	0.0930	0.0810	0.0798	0.0752	0.0640	0.0910	0.0920
LSD5%		0.003	0.003	0.001	0.013	0.007	0.006	0.005	0.006
					λ 872				
N%100	I%100	0.344	0.377	0.418	0.43	0.484	0.503	0.528	0.464
	I%50	0.324	0.363	0.376	0.407	0.423	0.413	0.406	0.366
	I%25	0.275	0.346	0.365	0.392	0.39	0.36	0.339	0.318
N%50	I%100	0.337	0.357	0.405	0.413	0.462	0.49	0.492	0.429
	I%50	0.316	0.343	0.372	0.385	0.438	0.445	0.407	0.348
	I%25	0.291	0.332	0.368	0.391	0.41	0.393	0.376	0.308
N%0	I%100	0.333	0.347	0.389	0.404	0.438	0.475	0.396	0.368
	I%50	0.326	0.35	0.372	0.397	0.444	0.451	0.382	0.355
	I%25	0.313	0.332	0.378	0.399	0.418	0.433	0.358	0.327
LSD5%		0.014	0.018	0.011	0.029	0.046	0.031	0.015	0.014
					λ 982				
N%100	I%100	0.460	0.464	0.509	0.522	0.534	0.566	0.621	0.496
	I%50	0.432	0.430	0.449	0.478	0.484	0.475	0.442	0.393
	I%25	0.310	0.347	0.370	0.377	0.398	0.377	0.364	0.313
N%50	I%100	0.437	0.436	0.495	0.509	0.520	0.542	0.543	0.422
	I%50	0.404	0.406	0.427	0.434	0.443	0.438	0.417	0.347
	I%25	0.389	0.400	0.416	0.411	0.411	0.397	0.373	0.303
N%0	I%100	0.424	0.429	0.447	0.467	0.501	0.526	0.452	0.383
	I%50	0.343	0.378	0.385	0.424	0.441	0.455	0.366	0.360
	I%25	0.311	0.354	0.354	0.390	0.429	0.414	0.340	0.323
LSD5%		0.014	0.019	0.046	0.032	0.018	0.017	0.017	0.019
					1077				
N%100	I%100	0.352	0.406	0.446	0.487	0.531	0.552	0.628	0.436
	I%50	0.32	0.387	0.429	0.436	0.473	0.484	0.497	0.356
	I%25	0.27	0.369	0.418	0.419	0.44	0.434	0.422	0.321
N%50	I%100	0.34	0.378	0.431	0.469	0.52	0.535	0.527	0.413
	I%50	0.335	0.359	0.423	0.456	0.466	0.464	0.376	0.344
	I%25	0.298	0.318	0.397	0.428	0.449	0.42	0.375	0.297
N%0	I%100	0.335	0.355	0.428	0.441	0.483	0.575	0.583	0.382
	I%50	0.32	0.328	0.417	0.428	0.454	0.504	0.395	0.345
	I%25	0.304	0.313	0.383	0.419	0.434	0.471	0.316	0.255
LSD5%		0.011	0.013	0.025	0.046	0.029	0.025	0.029	0.014
					λ 1197				
N%100	I%100	0.383	0.395	0.414	0.424	0.447	0.469	0.573	0.395
	I%50	0.349	0.382	0.403	0.408	0.418	0.424	0.446	0.326
	I%25	0.331	0.35	0.375	0.387	0.393	0.384	0.335	0.288
N%50	I%100	0.359	0.384	0.402	0.432	0.46	0.48	0.492	0.376
	I%50	0.346	0.38	0.39	0.39	0.384	0.382	0.323	0.3
	I%25	0.335	0.356	0.365	0.376	0.354	0.303	0.256	0.24
N%0	I%100	0.34	0.36	0.379	0.374	0.392	0.415	0.41	0.362
	I%50	0.314	0.34	0.357	0.358	0.367	0.463	0.339	0.313
	I%25	0.307	0.316	0.334	0.328	0.332	0.316	0.289	0.284
LSD5%		0.021	0.019	0.020	0.046	0.024	0.013	0.020	0.019

تابع الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي

					λ 1275				
N%100	I%100	0.265	0.289	0.308	0.313	0.324	0.336	0.393	0.357
	I%50	0.248	0.273	0.287	0.308	0.307	0.318	0.303	0.246
	I%25	0.23	0.251	0.265	0.287	0.284	0.264	0.242	0.222
N%50	I%100	0.246	0.26	0.3	0.305	0.317	0.341	0.336	0.331
	I%50	0.232	0.241	0.269	0.284	0.301	0.305	0.259	0.251
	I%25	0.214	0.221	0.253	0.27	0.283	0.255	0.224	0.197
N%0	I%100	0.234	0.246	0.281	0.285	0.304	0.358	0.352	0.255
	I%50	0.226	0.233	0.265	0.268	0.291	0.329	0.256	0.242
	I%25	0.207	0.225	0.254	0.258	0.265	0.284	0.204	0.175
LSD5%		0.014	0.009	0.012	0.020	0.018	0.017	0.015	0.020
					λ 1450				
N%100	I%100	0.159	0.155	0.131	0.119	0.103	0.0969	0.087	0.109
	I%50	0.16	0.159	0.132	0.12	0.106	0.1032	0.095	0.124
	I%25	0.162	0.161	0.136	0.122	0.113	0.1144	0.1223	0.147
N%50	I%100	0.166	0.168	0.153	0.133	0.117	0.1	0.1006	0.118
	I%50	0.166	0.168	0.153	0.136	0.127	0.1181	0.1129	0.131
	I%25	0.17	0.169	0.153	0.144	0.131	0.133	0.1315	0.14
N%0	I%100	0.174	0.173	0.165	0.137	0.12	0.088	0.0876	0.129
	I%50	0.175	0.174	0.166	0.141	0.127	0.094	0.128	0.131
	I%25	0.177	0.175	0.167	0.144	0.129	0.1253	0.135	0.1476
LSD5%		0.008	0.006	0.004	0.016	0.009	0.016	0.012	0.003
					λ 1675				
N%100	I%100	0.228	0.228	0.21	0.2056	0.198	0.186	0.184	0.185
	I%50	0.236	0.232	0.215	0.214	0.209	0.201	0.21	0.218
	I%25	0.2515	0.247	0.2285	0.225	0.22	0.211	0.222	0.231
N%50	I%100	0.248	0.235	0.223	0.204	0.198	0.183	0.173	0.216
	I%50	0.251	0.239	0.229	0.21	0.204	0.201	0.246	0.28
	I%25	0.253	0.241	0.231	0.225	0.231	0.249	0.276	0.287
N%0	I%100	0.255	0.245	0.2382	0.2356	0.218	0.195	0.277	0.283
	I%50	0.258	0.249	0.245	0.239	0.222	0.211	0.302	0.31
	I%25	0.261	0.259	0.245	0.25	0.231	0.222	0.342	0.359
LSD5%		0.010	0.032	0.013	0.017	0.018	0.026	0.018	0.012
					λ 2070				
N%100	I%100	0.3	0.23	0.126	0.119	0.108	0.093	0.093	0.095
	I%50	0.33	0.25	0.153	0.126	0.11	0.104	0.1	0.107
	I%25	0.34	0.25	0.179	0.136	0.114	0.141	0.148	0.166
N%50	I%100	0.32	0.274	0.158	0.123	0.11	0.098	0.098	0.107
	I%50	0.33	0.298	0.184	0.126	0.112	0.112	0.112	0.127
	I%25	0.416	0.314	0.224	0.134	0.123	0.126	0.117	0.13
N%0	I%100	0.513	0.42	0.22	0.147	0.124	0.096	0.122	0.126
	I%50	0.55	0.449	0.249	0.147	0.125	0.1	0.128	0.13
	I%25	0.7	0.5	0.287	0.148	0.136	0.121	0.142	0.15
LSD5%		0.009	0.011	0.005	0.009	0.016	0.008	0.005	0.003
					λ 2285				
N%100	I%100	0.093	0.09	0.084	0.082	0.082	0.0786	0.073	0.087
	I%50	0.094	0.095	0.086	0.084	0.0844	0.0815	0.083	0.096
	I%25	0.098	0.0936	0.088	0.089	0.0872	0.0856	0.1006	0.108
N%50	I%100	0.1054	0.1	0.091	0.088	0.0829	0.08	0.08	0.098
	I%50	0.1071	0.105	0.103	0.0922	0.091	0.0902	0.1171	0.117
	I%25	0.1124	0.1088	0.104	0.096	0.0976	0.117	0.1266	0.121
N%0	I%100	0.1224	0.1125	0.105	0.101	0.0941	0.075	0.076	0.0979
	I%50	0.1299	0.1214	0.117	0.105	0.0988	0.085	0.1016	0.126
	I%25	0.14	0.1294	0.121	0.106	0.104	0.1115	0.132	0.133
LSD5%		0.010	0.029	0.008	0.008	0.013	0.008	0.092	0.004

تابع الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للريّ والتسميد الآزوتي									
NDVI									
N%100	**I%100**	0.611	0.650	0.706	0.726	0.770	0.781	0.802	0.748
	I%50	0.584	0.624	0.675	0.710	0.737	0.733	0.699	0.660
	I%25	0.491	0.609	0.660	0.695	0.718	0.678	0.646	0.578
N%50	**I%100**	0.586	0.619	0.688	0.762	0.797	0.780	0.758	0.716
	I%50	0.564	0.603	0.661	0.710	0.720	0.698	0.657	0.611
	I%25	0.520	0.585	0.654	0.696	0.692	0.632	0.597	0.541
N%0	**I%100**	0.567	0.592	0.673	0.701	0.734	0.772	0.734	0.618
	I%50	0.538	0.587	0.653	0.684	0.722	0.755	0.662	0.596
	I%25	0.516	0.562	0.647	0.667	0.695	0.742	0.595	0.561
LSD5%		0.020	0.020	0.007	0.065	0.030	0.025	0.021	0.023
RED/NIR									
N%100	**I%100**	0.241	0.212	0.172	0.159	0.130	0.123	0.110	0.144
	I%50	0.262	0.231	0.194	0.170	0.151	0.154	0.177	0.205
	I%25	0.342	0.243	0.205	0.180	0.164	0.192	0.215	0.267
N%50	**I%100**	0.261	0.235	0.185	0.135	0.113	0.124	0.137	0.166
	I%50	0.278	0.248	0.204	0.170	0.163	0.178	0.207	0.241
	I%25	0.316	0.262	0.209	0.179	0.182	0.226	0.252	0.298
N%0	**I%100**	0.276	0.256	0.195	0.175	0.153	0.128	0.153	0.236
	I%50	0.301	0.260	0.210	0.188	0.161	0.140	0.203	0.254
	I%25	0.319	0.280	0.214	0.200	0.180	0.148	0.254	0.281
LSD5%		0.017	0.016	0.005	0.046	0.021	0.018	0.017	0.022
NIR-RED									
N%100	**I%100**	0.261	0.297	0.346	0.362	0.421	0.441	0.470	0.397
	I%50	0.239	0.279	0.303	0.338	0.359	0.350	0.334	0.291
	I%25	0.181	0.262	0.290	0.321	0.326	0.291	0.266	0.233
N%50	**I%100**	0.249	0.273	0.330	0.357	0.410	0.429	0.424	0.358
	I%50	0.228	0.258	0.296	0.320	0.367	0.366	0.323	0.264
	I%25	0.199	0.245	0.291	0.321	0.335	0.304	0.281	0.216
N%0	**I%100**	0.241	0.258	0.313	0.333	0.371	0.414	0.335	0.281
	I%50	0.228	0.259	0.294	0.323	0.372	0.388	0.304	0.265
	I%25	0.213	0.239	0.297	0.319	0.343	0.369	0.267	0.235
LSD5%		0.015	0.018	0.011	0.046	0.046	0.031	0.016	0.016

سجّلت أعلى قيمة إنعكاس للمجال الطيفي (λ672) نانومتر في بداية مراحل النمو وتناقصت القيمة مع التقدم بمراحل النمو حتى الوصول إلى مرحلة النضج, فتحت تأثير مستوى I%100 من الريّ وN%100 من التسميد الآزوتي تناقصت قيمة الانعكاس من 0.083 بعمر 30 يوم إلى 0.058 بعمر90 يوم, ثم تزايدت بعد ذلك لتصل إلى 0.067 بعمر 100 يوم, وبلغت قيمة الانعكاس (0.085, 0.094) مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 وN%0على التوالي بعمر 30 يوم. ووصلت إلى (0.0635, 0.064) على التوالي بعمر 80 و 70 يوم لنفس المستوى من الريّ ومستويي التسميد الآزوتي, لتصل بعد 100 يوم إلى (0.075, 0.085) للمستويين السابقين على التوالي. وسلكت مستويات التسميد الآزوتي ضمن مستويي الريّ I%50 و I%25 السلوك الذي سلكته ضمن مستوى الريّ الكامل.

كما تناقصت قيمة الانعكاس مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, فضمن مستوى تسميد آزوتي كامل وبعمر 30 يوم تناقصت قيمة الانعكاس من 0.094 إلى (0.085, 0.083) عند الانتقال من مستوى الريّ I%25 إلى مستويي I%50, I%100 على التوالي, وبنفس المرحلة من العمر وضمن مستوى ريّ يغطي كامل احتياجات النبات تناقصت قيمة الانعكاس من 0.092 إلى (0.088, 0.083) عند زيادة مستوى

التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 و N%100 على التوالي. كما سلكت بقية المراحل السلوك ذاته, ويعزى تزايد قيمة الانعكاس بشكل واضح في مرحلة بعد 90 يوم إلى تناقص كمية أو نسبة بعض الصفات الخصريّة والعلفية (اليخضور و البروتين).

ويتضح ممّا سبق أن أعلى قيمة انعكاس هي عند أدنى مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة الانعكاس للمجال الطيفي (λ672).

وبالمقارنة بين قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) في الجدول (12) وقيم اليخضور في الجدول (9) يلاحظ وجود علاقة عكسية واضحة, حيث سجلت قيم اليخضور تزايداً مع تقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو للمعاملة المدروسة. في حين سجلت قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) تناقصاً خلال مراحل النمو المختلفة حتى مرحلة أوج النمو لنفس المعاملة السابقة, كما تزايدت قيمة اليخضور مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, بينما تناقصت قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ672) مع مستوى كل من العاملين المدروسين, وتعزى هذه العلاقة العكسية إلى أن زيادة كمية اليخضور في النبات يزيد من امتصاص الاشعة الضوئية ضمن هذا المجال لاستخدامه في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تقل الاشعة المنعكسة عن النبات ضمن المجال السابق.

و سلكت المجالات الطيفية (λ355, λ410, λ465, λ1450, λ1675, λ2070) والدليل النباتي RED/NIR السلوك ذاته, حيث سلك الدليل الأخير سلوكاً معاكساً لقيم نسبة البروتين الخام في كافة المعاملات المدروسة وخلال كافة مراحل النمو (الجدول 9) .

ويبين الجدول (12) قيمة المجال الطيفي (λ872) خلال مراحل النمو المختلفة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي. فتزايدت قيمة انعكاس المجال السابق مع التقدم بمراحل النمو لتبلغ أعلى قيمة لها في مرحلة أوج النمو للمعاملة المدروسة, وتتناقص بعدها بفعل عدة عوامل سيتم ذكرها لاحقاً. فتحت تأثير المستوى الكامل من كلا العاملين المدروسين (الريّ والتسميد الآزوتي) تزايدت قيمة إنعكاس المجال الطيفي (λ872) من 0.344 بعمر 30 يوم إلى 0.528 بعمر90 يوم, ثم تناقصت بعد ذلك لتصل إلى 0.464 بعمر 100 يوم, وبلغت قيمة الانعكاس (0.337, 0.333) مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 و N%0 على التوالي بعمر 30 يوم. ووصلت إلى (0.492, 0.475) على التوالي بعمر 90 و 80 يوم لنفس المستوى من الريّ ومستويي التسميد الآزوتي, لتصل بعد 100 يوم إلى (0.429, 0.368) للمستويين السابقين على التوالي. وسلكت مستويات التسميد الآزوتي ضمن مستويي الريّ I%50, I%25 السلوك الذي سلكته ضمن مستوى الريّ الكامل .

كما تزايدت قيمة الانعكاس مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, فضمن مستوى تسميد آزوتي كامل وبعمر 30 يوم ازدادت قيمة الانعكاس من 0.275 إلى (0.324, 0.344) عند الانتقال من مستوى الريّ I%25 إلى مستويي I%50, I%100 على التوالي. و بنفس المرحلة من العمر وضمن مستوى ريّ

يغطي كامل احتياجات النبات ازدادت قيمة الانعكاس من 0.333 إلى (0.337, 0.344) عند زيادة مستوى التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 , N%100 على التوالي. كما سلكت بقية المراحل السلوك ذاته, ويعزى تناقص القيم في مرحلة بعد 90 يوم لدخول عامل السنابل والتي أصبح جزئاً من قيم الانعكاس عنها ولانخفاض الوزن الرطب بدءاً من هذه المرحلة.

وبمقارنة قيم الانعكاس للمجال (λ872) بين مستويات الريّ ومستويات التسميد آزوتي, يلاحظ انخفاض قيمة الانعكاس بشكل واضح مع انخفاض كمية مياه الريّ المعطاة للنبات, بينما انخفضت بقيمة أقل مع انخفاض مستوى التسميد الآزوتي, حيث كانت أعلى قيم للانعكاس ضمن هذا المجال الطيفي عند المستوى الكامل من الريّ وذلك بغض النظر عن مستوى التسميد الآزوتي. كما بلغت القيم السابقة أدنى قيمها عند مستوى الريّ I%25 في مستويات التسميد المدروسة كلها وذلك في مراحل النمو كافة وفي كل المعاملات المدروسة. وهذا يعني أن حساسية قيم الانعكاس في هذا المجال الطيفي للتغيرات في مستوى التزود المائي أكبر منه للتغير في مستوى التسميد الآزوتي. وبالتالي وجود علاقة قوية و موجبة بين هذا المجال الطيفي والتزود المائي .

وبالمقارنة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) في الجدول (12) وقيم الوزن الرطب في الجدول (9), يلاحظ أن التزايد في قيمة الانعكاس ترافق مع زيادة الوزن الرطب خلال كافة مراحل النمو, ولكل المعاملات المدروسة. ممّا يدل على العلاقة الطردية القوية بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) وقيم الوزن الرطب. وسلكت المجالات الطيفية (λ982, λ11077, λ1197, λ1275) السلوك ذاته.

ويوضح الجدول (12) قيم دليل الغطاء النباتي الـNDVI خلال مراحل النمو تحت تأثير المستويات المختلفة من الريّ والتسميد الآزوتي. فتزايدت قيم الدليل مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, حيث بلغت قيمة الدليل بعمر 30 يوم وضمن مستوى ريّ يغطي كامل احتياجات النبات 0.567 وازدادت إلى 0.586 و0.611 عند زيادة مستوى التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 وN%100 على التوالي. وبنفس العمر وضمن مستوى ريّ I%50 تزايدت قيمة الدليل من 0.538 إلى 0.564 و0.584 لنفس مستويات التسميد على التوالي. كما تزايدت القيمة ضمن مستوى الريّ I%25 لذات مستويات التسميد الآزوتي والمرحلة العمريّة. وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته.

ويلاحظ من القيم السابقة تزايد قيمة الـNDVI مع ازدياد مستوى الريّ وخلال كافة مراحل النمو, كما يتضح أن القيم ضمن مستويات الريّ بغض النظر عن مستويات التسميد الآزوتي بلغت قيماً أعلى من القيم التي بلغتها مستويات التسميد الآزوتي بغض النظر عن مستويات الريّ, والفروق التي وصلت إليها القيم بين مستويات الريّ أكبر من الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يعني أهمية الريّ في تحديد قيمة الدليل السابق .

كما يبين الجدول (12) تزايد قيمة الدليل السابق مع التقدم بعمر النبات, فتزايدت قيمته من 0.611 بعمر 30 يوم إلى 0.802 بعمر 90 يوم للمعاملة (N%100,I%100), لتبلغ 0.748 بعد 100 يوم, ومن 0.586 إلى 0.797 و0.716 بعمر 70 و100 يوم في المعاملة (N%50,I%100), ومن 0.567 إلى 0.772 و0.618 للمعاملة (N%0,I%100) بعمر 90 و 100 يوم, وسلكت بقية المعاملات باختلافها السلوك ذاته .

ممّا سبق يلاحظ أن التزايد في قيمة دليل الغطاء النباتي الـNDVI ترافق مع زيادة في الوزن الرطب للنبات والكتلة الحية ودليل مساحة الاوراق, إذ تزايدت قيمة كل من الدليل والوزن الرطب ودليل المساحة الورقية بمنحنى متوازي حتى مرحلة أوج النمو لتتناقص قيمهما بسبب وصول النبات إلى بداية مرحلة النضج, وبالتالي الاستنتاج بالعلاقة الطردية القوية بين الـNDVI وكل من الوزن الرطب للنبات ودليل مساحة الأوراق.

وبالتالي يمكن إجمال ما سبق:

أ – وجود علاقة عكسية بين المجالات (λ672, λ355, λ410, λ465, λ1450, λ1675, λ2070) والدليل النباتي RED/NIR مع مستويات التسميد الآزوتي .

ب – وجود علاقة طردية بين المجال (λ872, λ982, λ11077, λ1197, λ1275) ومستويات التزود المائي للنباتات خلال جميع مراحل النمو.

ج – وجود علاقة طردية بين قيم دليل الغطاء النباتي NDVI والدليل NIR-RED مع مستويات الريّ ثم التسميد الآزوتي على النباتات خلال جميع مراحل النمو .

إذاً وممّا سبق يتبيّن أن التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي التي أثرت على الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير – وبشكل معنوي– أدّت أيضاً إلى تغير في قيم الانعكاس المسجل عن هذه النباتات –وبشكل معنوي أيضاً– وفق علاقات متناسبة مع مستويات التغير في عاملي الريّ والتسميد الآزوتي حسب الطول الموجي والصفة النباتية الهدف, لترسم بذلك العلاقة التركيبية بين العناصر الثلاث: طول موجة – صفة نباتية – متغير في وسط النمو, فمثلاً عند تغير طول موجي محدد تكون صفة الوزن هي الهدف المدروس وتحدد كميتها حسب درجة تأثير متغيرات وسط النمو. وبعد معرفة طبيعة العلاقات المرتسمة سيتم تحديد واستنباط النماذج التي تقدر وتربط العناصر السابقة فيما بينها.

3 – العلاقات الطيفية ـ الخضرية والعلفية

3 -1 – ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية

يبين الجدول (13) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية للشعير. فكانت قيمة الارتباط بين اليخضور والمجال الطيفي (λ672) نانومتر أكبر من قيم الارتباط بينه وبين بقية الصفات الطيفية إذ بلغت قيمته (0.72-) ومنه يتبيّن الارتباط السلبي القوي وقد توافق بالاتجاه مع كل

Thomas and Oerther. (1972), Colwell .(1974), Tucker.(1977) and (1978), Inoue.(1988); Filella *et al*., (1995)

الجدول (13) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية و الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير

المؤشرات الطيفية	الصفات الخضرية والعلفية						
	CH (CCI)	FW (g/625m2)	DW (g/625m2)	LAI	CP (g/625m2)	CF (g/625m2)	ASH (g/625m2)
λ **355**	-0.64*	-0.38*	-0.58*	-0.32*	-0.56*	-0.46*	-0.69*
λ **395**	-0.70*	-0.34*	-0.51*	-0.34*	-0.50*	-0.49*	-0.59*
λ **465**	-0.65*	-0.43*	-0.44*	-0.39*	-0.43*	-0.41*	-0.56*
λ **555**	-0.71*	-0.43*	-0.59*	-0..2*	-0.58*	-0.55*	-0.65*
λ **672**	-0.72*	-0.31*	-0.28*	-0.002	-0.52*	-0.55*	-0.58*
λ **872**	0.57*	0.53*	0.48*	0.33*	0.82*	0.78*	0.78*
λ **982**	0.58*	0.52*	0.78*	0.41*	0.75*	0.69*	0.76*
λ **1077**	0.41*	0.55*	0.82*	0.4*	0.81*	0.76*	0.76*
λ **1197**	0.41*	0.54*	0.84*	0.39*	0.80*	0.74*	0.84*
λ **1275**	0.41*	0.52*	0.81*	0.36*	0.80*	0.74*	0.79*
λ **1450**	-0.68*	-0.38*	-0.56*	-0.24*	-0.55*	-0.79*	-0.49*
λ **1675**	-0.65*	-0.34*	-0.55*	-0.31*	-0.55*	-0.50*	-0.63*
λ **2070**	0.63*	0.27*	0.20*	0.12	0.21*	0.35*	0.01
λ **2285**	-0.59*	-0.31*	-0.43*	-0.28*	-0.41*	-0.40*	-0.52*
NDVI	0.42*	0.42*	0.39*	0.51*	0.61*	0.62*	0.64*
NIR-red	0.46*	0.4*	0.68*	0.5*	0.68*	0.64*	0.70*
red/NIR	-0.69*	-0.39*	-0.63*	-0.36*	-0.61*	-0.57*	-0.62*

كما يبين الجدول أن ارتباط صفة الوزن الرطب كانت أكبر ما يمكن مع المجال الطيفي (λ 872) نانومتر فبلغت (0.53) بعلاقة طردية وهذا يتفق بالمنحنى مع كل من Tucker .(1979), Kollenkark *et al*. (1982), Thenkabail *et al*.(1994), Li *et al*.(2001)a , Gelabert *et al*.(1996) , AL-Khaled *et al* .(2005) بينما اقترح Osborne *et al*.(2002) مجالات أخرى لتقدير الوزن الرطب خلال مراحل النمو .

وتناسبت صفة الوزن الجاف طردياً مع المجال الطيفي (λ1197) فبلغت قيمة الارتباط (0.84) كما حصل مع Perumal *et al*.(1999),Thenkabail *et al*.(1994), AL-Khaled *et al* .(2005) .

بينما تناسبت دليل المساحة الورقية طرداً مع الدليل النباتي بقيمة ارتباط بلغت (0.51) وهذا ما اتفق مع كل من Wiegand *et al*. (1979), Hinzman *et al*.(1986), Duke and Guèrif .(1998), Perumal *et al*.(1999), Abd El-Gawad *et al*.(2004)a,b

كما يبين الجدول أن صفة البروتين الخام تناسبت مع المجال الطيفي (λ872) نانومتر بقيمة بلغت (0.82), وصفة الألياف الخام مع المجال الطيفي (λ1450) نانومتر فبلغ الارتباط (0.79 -), وبالمقابل ارتبطت صفة الرماد مع المجال الطيفي (λ1197) نانومتر بقيمة قدرها (0.84) .

3 -2 – المعادلات الريّاضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية

يبين الجدول (14) قيم معاملات التحديد والمعادلات الريّاضية بين الصفات الخضرية والعلفية المدروسة والمؤشرات الطيفية المختلفة .

الجدول (14) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير

الصفة العلفية	المؤشر الطيفي	عدد البيانات	معامل التحديد	النموذج
اليخضور(CCI)	λ 672	288	0.85	**Ch** = $0.1017(\lambda\ 672)^{-1.798}$
الوزن الرطب (g/625m2)	λ 872	288	0.73	**FW** = $2116.8(\lambda 872)^{3.1499}$
الوزن الجاف (g/625m2)	λ1197	288	0.69	**DW** = $0.8254e^{8.3446(\lambda 1197)}$
دليل مساحة الأوراق	NDVI	288	0.71	**LAI** = $0.016e^{7.1504NDVI}$
البروتين (g/625m2)	λ872	288	0.71	**CP** = $261.19(\lambda 872)^{4.9347}$
الرماد (g/625m2)	λ1197	288	0.72	**ASH** = $0.0262e^{10.753(\lambda 1197)}$
الألياف (g/625m2)	λ1450	288	0.68	**CF** = $0.0066(\lambda 1450)^{-3.1137}$

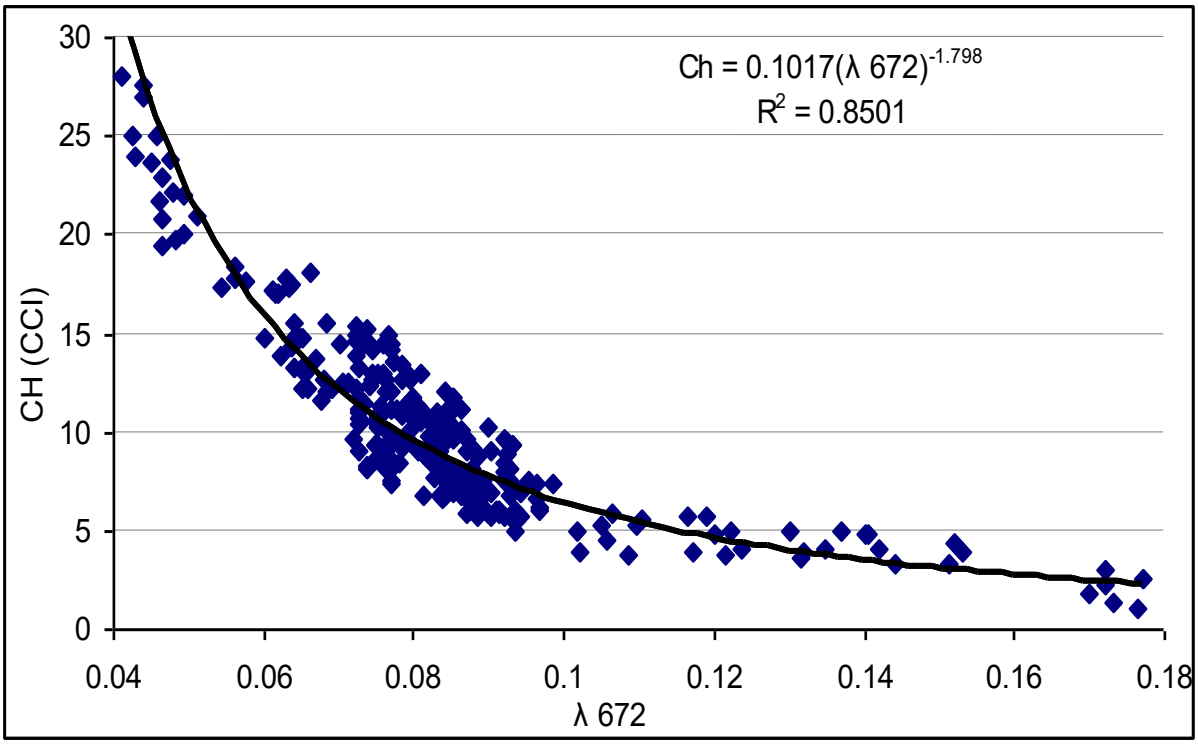
تم اختيار المؤشرات الطيفية الأفضل في تقدير كل صفة خضريّة وعلفية على حدى اعتماداً على قيمة معامل الارتباط الأقوى (جدول 13)

بناءً على ما سبق تم استنباط المعادلات والنماذج الريّاضية التي تقدر هذه الصفات العلفية والخضرية وفق المؤشر الطيفي الأكثر دقة معها كما في الأشكال (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) .

وبالتالي يتم تقدير تركيز اليخضور في النباتات مقدراً بالـ (CCI) اعتماداً على الإنعكاس الطيفي عنها في المجال (λ672) نانومتر بالمعادلة التالية :

$$CH = 0.1017(\lambda 672)^{-1.798}$$

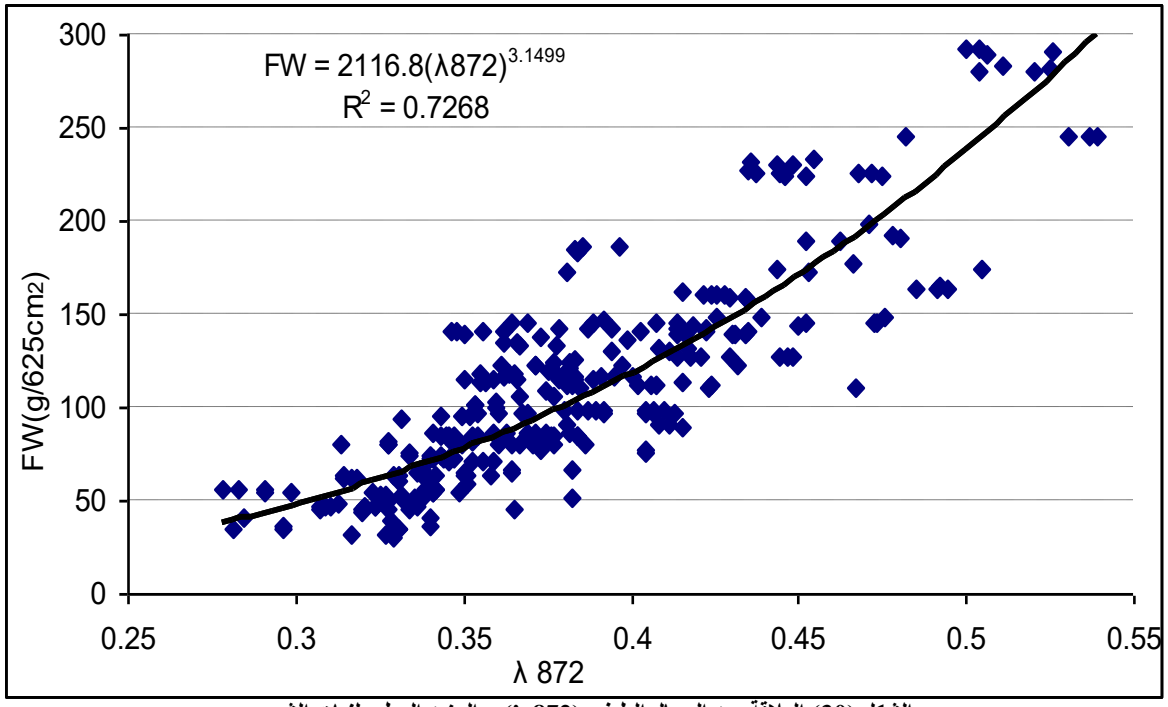
الشكل (29) .....



الشكل (29) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 672) واليخضور لنبات الشعير

وكذلك يتم تقدير قيمة الوزن الرطب للنباتات مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على الإنعكاس الطيفي عنها في المجال (λ872) نانومتر بمعادلة القوة التالية :

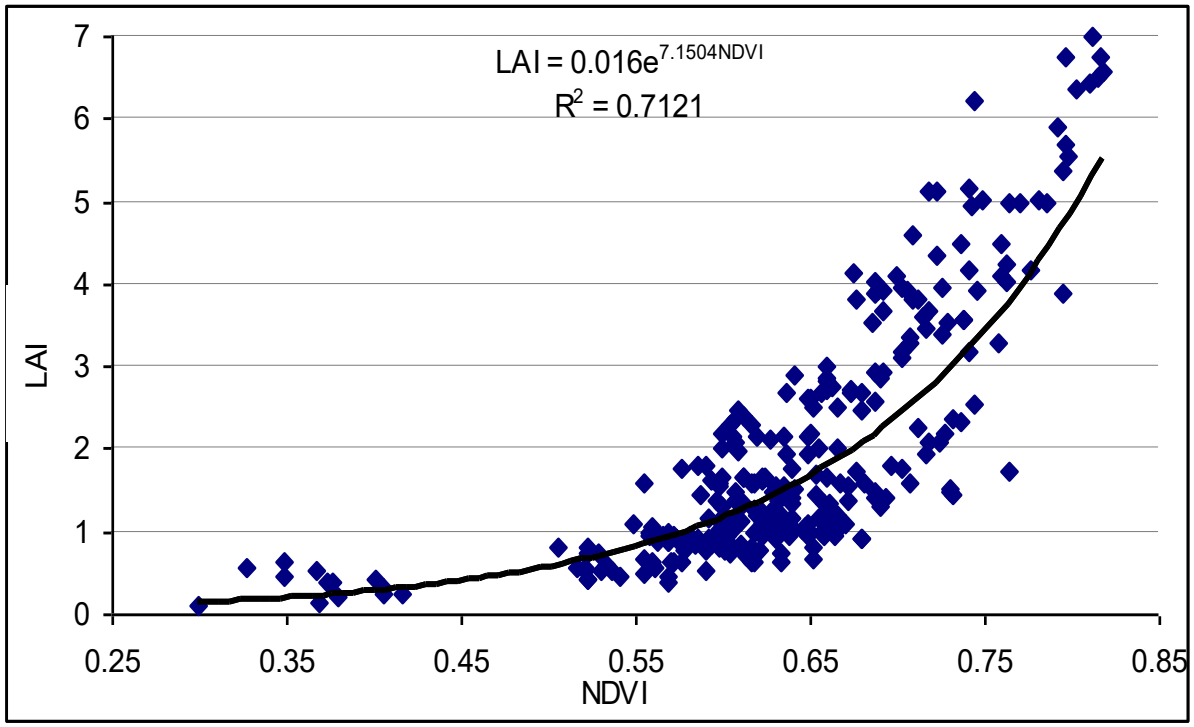
$$FW = 2116.8(\lambda 872)^{3.1499}$$ ..... الشكل (30)



الشكل (30) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) و الوزن الرطب لنبات الشعير

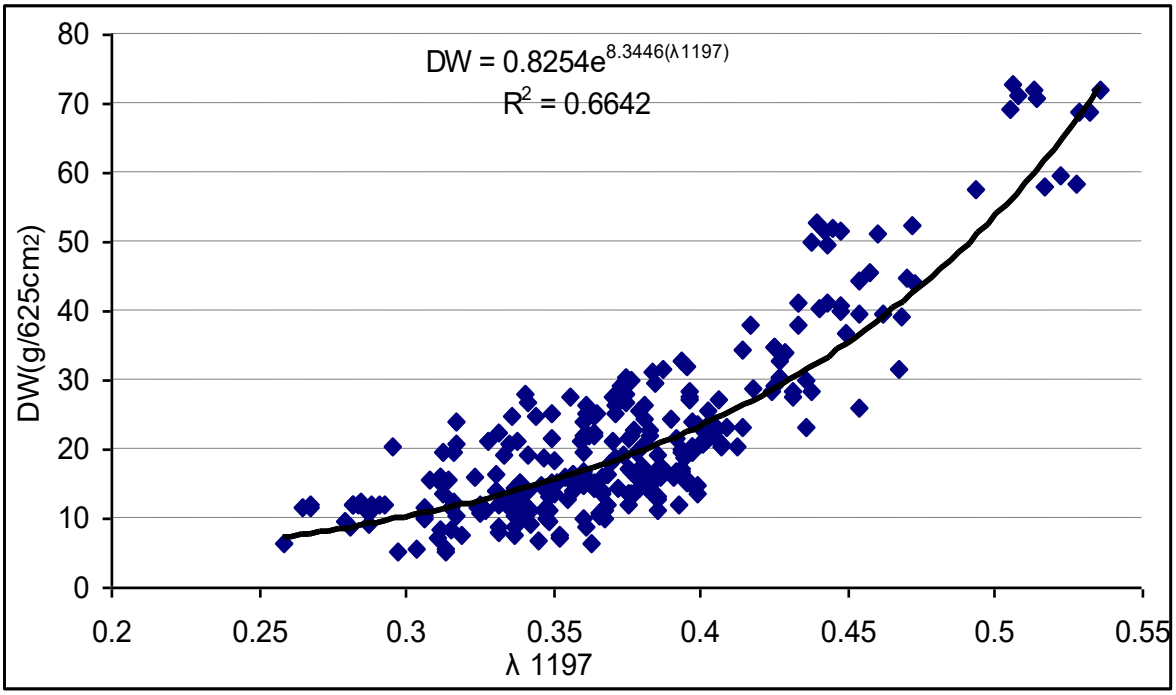
أما دليل مساحة الأوراق لنباتات الشعير يتم تقديره اعتماداً على قيم الدليل النباتي بالمعادلة الأسية التالية :

$$LAI = 0.016e^{7.1504NDVI}$$ ..... الشكل (31)



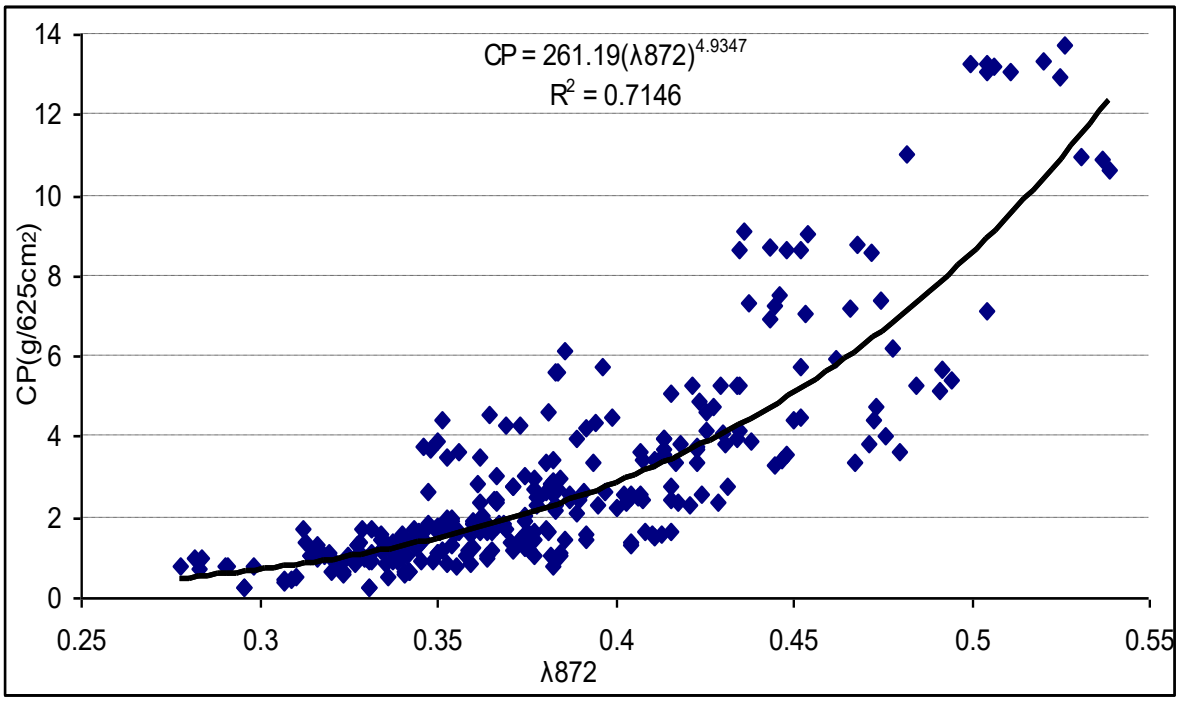
الشكل (31) العلاقة بين NDVI و LAI لنبات الشعير

وبالمثل يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $DW = 0.8254e^{8.3446(\lambda 1197)}$ ..... الشكل (32)



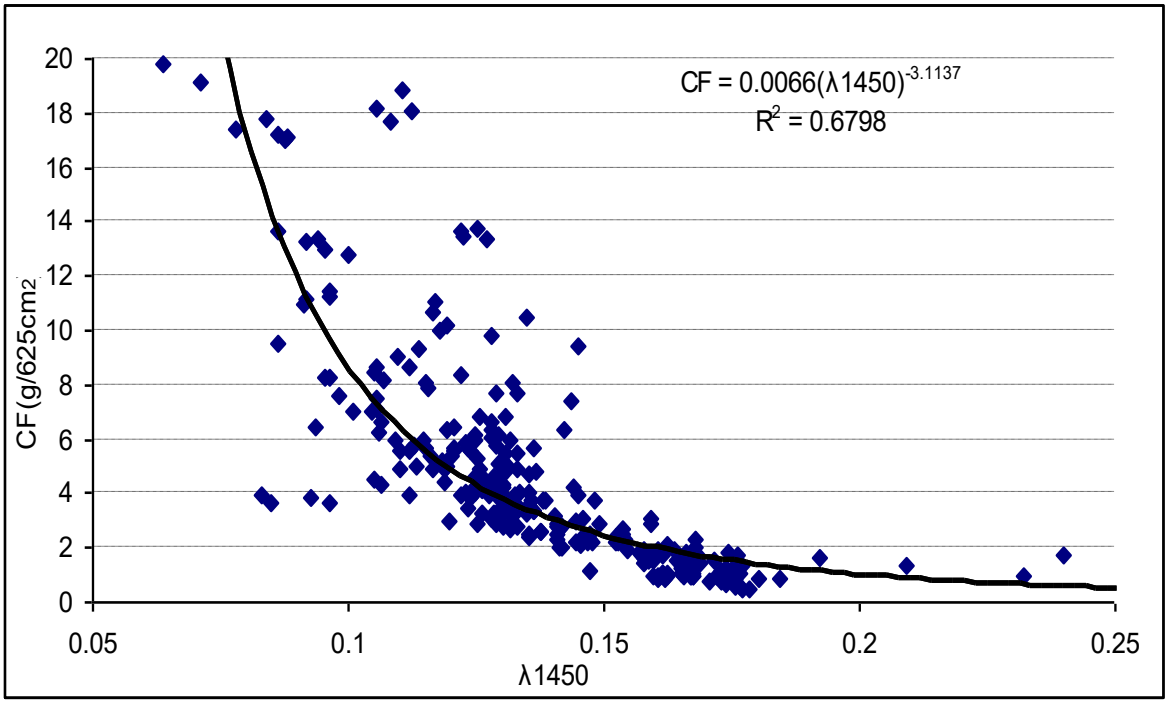
الشكل (32) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1197) و الوزن الجاف لنبات الشعير

وبالمثل يتم تقدير قيمة البروتين الخام لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ872) وفق معادلة القوة التالية: $CP = 261.19(\lambda 872)^{4.9347}$ ..... الشكل (33)



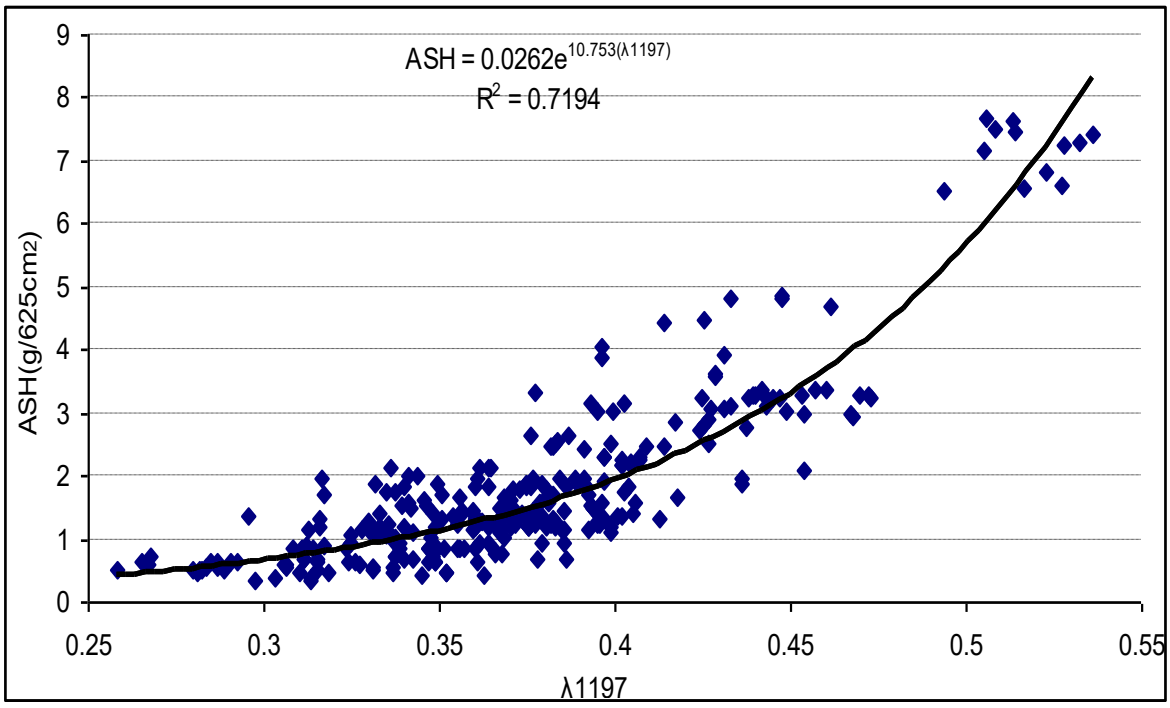
الشكل (33) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) و نسبة البروتين الخام لنبات الشعير

أما قيمة الألياف الخام لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 فيتم تقديرها اعتماداً على قيم المجال الطيفي (λ1450) بمعادلة القوة التالية: $CF = 0.0066(\lambda 1450)^{-3.1137}$ ..... الشكل (34)



الشكل (34) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1450) و نسبة الألياف الخام لنبات الشعير

وبالمثل يتم تقدير صفة الرماد مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 من انعكاس المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $ASH = 0.0262e^{10.753(\lambda 1197)}$ ..... الشكل (35)



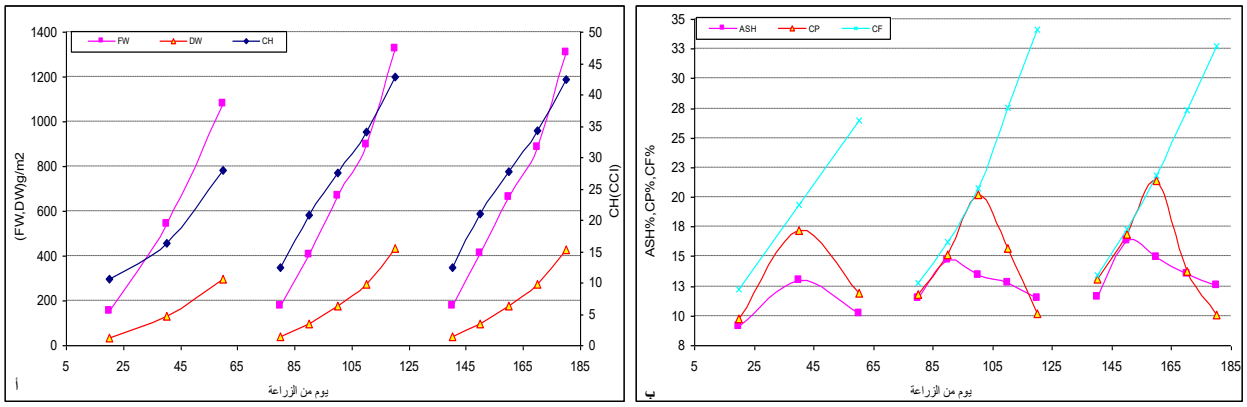
الشكل (35) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1197) و نسبة الرماد لنبات الشعير

الفصة المعمرة

1- الصفات الخضرية والعلفية

1- 1 – الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو المختلفة

يبين الشكل (36) قيم الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو المختلفة وذلك بغض النظر عن معاملتي الرّي والتسميد الآزوتي ومستوياتهما المختلفة ,فتزايدت قيم صفة اليخضور(Ch) بدءاً من المراحل الأولى من عمر النبات وحتى عمر 60 يوم لتتناقص من جديد بفعل عملية الحش الأولى ثم تعود وتأخذ نفس المنحى العام في الحشتين التاليتين الشكل (36 – ب), إذ بلغت بعمر 20 يوم مقدار CCI 10.6 وازدادت لتصل بعمر 60 يوم إلى CCI 27.96 ثم تناقصت بعد عملية الحش لتصل إلى CCI 12.54 بعمر 80 يوم وازدادت مع التقدم بالعمر لتصل إلى 42.96 بعمر 120 يوم وتعود لتتناقص من جديد في الحشة الثالثة وتأخذ نفس المنحى السابق مرة أخرى . و تدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% بين جميع المراحل .



الشكل (36) قيم الصفات الخضرية و العلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة

كما سلكت صفة الوزن الرطب (FW) السلوك ذاته الشكل (36 - أ) , فأخذت بالازدياد من المراحل الأولى للزراعة وحتى إجراء عملية الحش لتنخفض بعدها بسبب قطع المجموع الخضري للنبات , فقد كانت القيم على الشكل التالي (154.22 , 541.33 , 1077.41)غ خلال مراحل النمو المختلفة في الحشة الأولى , كما سلكت الحشتين التاليتين السلوك ذاته فتزايدت قيمة الوزن الرطب من المراحل الأولى ضمن كل حشة وحتى المراحل المتقدمة وبلغت الفروق درجة المعنوية عند مستوى 5%.

ويبين الشكل ذاته قيم الوزن الجاف (DW) حيث سلك هذا المنحني سلوك الوزن الرطب واليخضور في المراحل الأولى وحتى المراحل المتقدمة ضمن كل حشة وبفروق معنوية بين المراحل عند مستوى 5% , وهذا ما أكدّته أبحاث البودي (2004) .

ازدادت نسبة البروتين الخام (CP) الشكل (36 – ب) من الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة بدءاً من المراحل الأولى للزراعة حتى مراحل متوسطة العمر بتسارع كبير لتبدأ بعدها بالتناقص حتى المراحل الأخيرة المدروسة فتزايدت من 9.77% بعمر 20 يوم إلى 17.26% بعمر 40 يوم وتناقصت بعدها لتبلغ 11.88% بعمر 60 يوم وذلك ضمن الحشة الأولى , أما في الحشة الثانية فقد بلغت نسبة البروتين 11.84% وازدادت لتصل إلى 20.22% ثم تناقصت تدريجياً لتبلغ 10.2% في المرحلة الأخيرة المدروسة من الحشة الثانية بعمر120 يوم من الزراعة وكانت الفروق بين المراحل وفق معنوية ($P<0.05$) . كما سلكت الحشة الثالثة نفس منحى الحشتين السابقتين وسلكت نسبة الرماد الخام (ASH) سلوك البروتين ذاته في الحشات الثلاث وبفروق معنوية عند مستوى دلالة 5% ,وأشار إلى ذلك علي والبودي(2002).

ازدادت نسبة الألياف الخام (CF) من الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة بدءاً من المراحل الأولى للزراعة حتى المراحل المتقدمة بتسارع كبير , فتزايدت من 12.29% بعمر 20 يوم إلى 26.43% بعمر 60 يوم وذلك ضمن الحشة الأولى , أما في الحشة الثانية فقد بلغت نسبة الألياف الخام 12.82% بعمر 80 يوم وازدادت لتصل إلى 34.17% بعمر 120 يوم وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته , وكانت الفروق بين المراحل معنوية عند مستوى دلالة 5% , وتماثل ذلك مع السّحيباني (2007).

1- 2 – تأثير الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات

يبين الجدول (15) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال حياة النبات تبعاً للري و التسميد في وحدة المساحة المدروسة خضرياً , ففي الحشة الأولى لنبات الفصة تزايد تركيز اليخضور بتزايد كمية السماد الآزوتي المضاف حيث كان CCI 14.1 عند مستوى تسميد N%0 , وازداد ليبلغ (17.1 و 23.7) CCI عند المستويين N%50 و N%100 , كما ازداد اليخضور بازدياد كمية مياه الرّي حيث بلغ القيم (14.8 , 17.2 , 22.9) CCI عند مستويات التسميد الرّي I%25 , I%50 , I%100 على التوالي. فيتضح مما سبق بأن أقل قيمة لليخضور تحققت عند أقل مستوى من التسميد الآزوتي وأعلى قيمة له تحققت عند المستوى الكامل من التسميد الآزوتي ممّا يوضح الدور الهام لعامل التسميد الآزوتي ضمن هذه الحشة بالمقارنة مع عامل الرّي في تحديد قيمة اليخضور . وقد تدرجت الفروق بين مستويات المعاملات السابقة وفق معنوية إحصائية عند مستوى 5% . وسلكت الحشة الثانية سلوك الحشة الأولى وبقيم أعلى بالنسبة للمستويات المختلفة من الرّي وفق معنوية عند مستوى 5% , إذ بلغت قيمة اليخضور عند مستوى الرّي الكامل I%100 القيمة (35.5) CCI وتناقصت لتصل (26.5 و 20.8) CCI مع تناقص مستوى الرّي إلى I%50 و I%25 على التوالي. بينما تقاربت القيم ما بين المستويات المدروسة لعامل التسميد الآزوتي و لم تبلغ درجة المعنوية عند مستوى 5%.

الجدول (15) الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال حياة النبات تبعاً للرّي والتسميد في وحدة المساحة المدروسة

المعاملات		الصفات الخضرية و العلفية								
		CH(CCI)			FW(g/m^2)			DW(g/m^2)		
		الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3	الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3	الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3
I	I%100	22.9	35.5	35.5	806.6	944.2	928.1	201.2	258.1	252.7
	I%50	17.2	26.5	26.4	584.4	729.4	729.2	150.1	216.2	216.4
	I%25	14.8	20.8	20.8	381.8	409.2	411.5	107.2	138.6	139.6
N	N%100	23.7	27.4	27.5	667.0	701.2	692.8	195.4	206.3	203.6
	N%50	17.1	27.7	27.9	588.8	695.4	692.0	146.5	204.6	203.6
	N%0	14.1	27.7	27.4	517.0	686.2	684.0	116.7	201.9	201.4
I%100	N%100	30.5	35.4	35.4	934.4	953.0	936.0	256.8	260.4	254.5
	N%50	21.0	35.7	35.8	791.6	941.9	929.3	193.2	257.5	252.9
	N%0	17.3	35.3	35.3	693.9	937.7	919.0	153.6	256.4	250.5
I%50	N%100	22.1	26.2	26.1	633.7	737.0	730.2	187.4	218.5	216.5
	N%50	16.1	26.6	26.9	590.2	731.8	730.1	145.7	216.7	216.6
	N%0	13.4	26.8	26.3	529.4	719.5	727.3	117.3	213.3	216.1
I%25	N%100	18.5	20.5	20.8	433.0	413.5	412.3	142.0	140.0	139.8
	N%50	14.3	21.0	21.0	384.7	412.5	416.5	100.5	139.6	141.2
	N%0	11.6	21.0	20.5	327.8	401.5	405.7	79.1	136.1	137.8
LSD 5%		0.39	0.63	0.59	26.8	19.9	19.1	7.6	6.83	4.86
		ASH%			CP%			CF%		
I	I%100	12.93	14.66	15.78	14.22	16.62	16.97	15.51	18.84	19.14
	I%50	10.77	13.13	14.14	13.15	14.60	15.31	19.31	21.71	21.98
	I%25	8.59	10.60	11.43	11.54	12.65	12.88	23.24	26.36	26.52
N	N%100	11.92	12.77	13.49	15.25	14.64	14.90	17.94	22.00	22.00
	N%50	10.71	12.91	13.92	13.05	14.69	15.07	19.55	22.42	22.69
	N%0	9.67	12.69	13.94	10.61	14.53	15.19	20.58	22.49	22.96
I%100	N%100	14.26	14.58	15.55	16.56	16.58	16.79	13.56	18.56	18.90
	N%50	12.88	14.75	15.78	14.28	16.68	16.92	15.97	18.91	19.14
	N%0	11.66	14.64	16.00	11.82	16.60	17.20	17.01	19.05	19.40
I%50	N%100	12.07	13.21	13.47	15.27	14.64	15.09	18.28	21.46	21.24
	N%50	10.77	13.24	14.56	13.29	14.70	15.41	19.30	21.81	22.26
	N%0	9.49	12.93	14.38	10.89	14.45	15.45	20.35	21.86	22.45
I%25	N%100	9.43	10.53	11.45	13.93	12.70	12.83	21.97	25.99	25.86
	N%50	8.47	10.75	11.40	11.57	12.70	12.88	23.38	26.54	26.68
	N%0	7.88	10.51	11.45	9.11	12.55	12.92	24.37	26.56	27.04
LSD 5%		0.36	0.71	0.83	1.13	0.92	1.15	0.15	2.29	3.1

وقد سلكت الحشة الثالثة سلوك الثانية و كان عامل الرّي هو المحدد لقيمة اليخضور و بفروق معنوية عند مستوى 5% . ويعود سبب عدم تأثير عامل التسميد الآزوتي ضمن الحشتين الثانية والثالثة إلى أن النبات قد ثبت الآزوت الجوي بواسطة العقد البكتيرية الموجودة على جذوره وأصبح قادراً على الاستفادة منه بل ويستطيع إغناء التربة به .

كما يبين الجدول (15) قيم الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد , ففي الحشة الأولى للنبات وضمن معاملة التسميد N%0 ازدادت قيمة اليخضور من 11.6 إلى (13.4 و 17.3) CCI عند زيادة كمية مياه الرّي من I%25 إلى I%50 و I%100 على التوالي , كما سلكت القيم ضمن معاملة التسميد N%50 و N%100 السلوك ذاته مع ملاحظة أنه أقل قيم لليخضور هي في حال عدم وجود التسميد الآزوتي N%0 وأكبر القيم عند توفر السماد بالكمية المطلوبة لإحتياج النبات N%100 ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة اليخضور في نباتات الفصة المعمرة, وكانت الفروق جميعها معنوية ($P< 0.05$).

أما في الحشة الثانية للنبات فلم يُبدِ عامل التسميد الآزوتي بمستوياته المختلفة دوراً في تحديد قيمة اليخضور وذلك للأسباب المذكورة سابقاً وبرز دور عامل الرّي بشكل واضح في هذه المرحلة. وقد سلكت الحشة الثالثة سلوك الثانية وكان عامل الرّي هو المحدد لقيمة اليخضور وبفروق معنوية عند 5% .

ويبين الجدول (15) أيضاً قيم الوزن الرطب خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الرّي والتسميد فخلال الحشة الأولى لنبات الفصة تزايدت قيمة الوزن الرطب من 517غ إلى 667غ عند زيادة كمية السّماد الآزوتي من N%0 إلى N%100 كما ازدادت قيمته من 381.8غ إلى 806.6غ عند زيادة مستوى الرّي من I%25 إلى I%100 , وبلغت الفروق درجة المعنوية عند مستوى 5% .

وفي الحشة الثانية للنبات تزايدت قيمة الوزن الرطب من 409.2غ إلى 944.2غ عند زيادة مستوى الرّي من I%25 إلى I%100 بينما تقاربت القيم بين مستويات التسميد الآزوتي المختلفة حيث بلغت (686.2 و 695.4 و 701.2)غ للمستويات N%0 و N%50 و N%100 , وسلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة الثانية وتدرجت الفروق بين مستويات عامل الرّي وفق معنوية عند مستوى 5% , بينما لم تصل الفروق بين المستويات المدروسة لعامل التسميد الآزوتي درجة المعنوية عند المستوى السابق .

كما يوضح الجدول السابق تغير قيم الوزن الرطب تبعاً للتأثير التفاعلي للمستويات المدروسة من الرّي و التسميد الآزوتي, ففي الحشة الأولى لنباتات الفصة المعمرة وضمن مستوى التسميد N%0 ازدادت قيم الوزن الرطب من 327.8غ إلى 693.9غ عند زيادة الرّي من I%25 إلى I%100 ومن 348.7غ إلى 791.6غ ضمن مستوى التسميد N%50 لنفس مستويي الرّي, ومن 433.0غ إلى 934.4غ ضمن مستوى تسميد آزوتي N%100 ومستويي الرّي ذاتهما على التوالي, وبالتالي نجد أن أعلى القيم المحققة ضمن مستويات التسميد الثلاثة هي عند أعلى كمية مياه ري مضافة, ممّا يدل على أهمية مستوى الرّي في تحديد قيمة الوزن الرطب, وبفروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

أما في الحشة الثانية للنبات فقد تزايدت قيمة الوزن الرطب من 401.5غ إلى 937.7غ عند زيادة مستوى الرّي من I%25 إلى I%100 ضمن مستوى تسميد آزوتي N%0, ومن 412.5غ إلى 941.9غ ومن 413.5غ إلى 953غ لنفس مستويي الرّي السابقين وضمن مستويي تسميد آزوتي N%50 و N%100 . وبالتالي نجد من القيم السابقة بتباين واضح بين القيم في مستويات الرّي المختلفة وتقارب بين القيم ضمن مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يدل على أهمية مستوى الرّي في تحديد قيمة الوزن الرطب وتضاءل دور عامل التسميد الآزوتي وذلك لنفس الأسباب المذكورة سابقاً . وسلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة الثانية وتدرجت الفروق بين مستويات عامل الرّي وفق معنوية إحصائية عند مستوى 5%, بينما لم تصل الفروق

بين مستويات عامل التسميد الآزوتي درجة المعنوية عند نفس المستوى . كما سلك الوزن الجاف نفس سلوك الوزن الرطب من حيث تأثير عاملي الرّي والتسميد .

ويبين الجدول السابق نسبة البروتين الخام خلال الحشات الثلاثة تبعاً للري والتسميد بمستوياتهما المختلفة, بلغت نسبة البروتين في الحشة الأولى للنبات تحت تأثير مستوى تسميد آزوتي كامل 15.25% بينما انخفضت إلى 13.05% عند انخفاض كمية السماد الآزوتي إلى N%50 و10.61% عند مستوى تسميد N%0 ويعزى هذا إلى انخفاض كمية يخضور النبات والصانعات الخضراء في النبات بانخفاض كمية السماد الآزوتي وبالتالي النقض في تركيب البروتين .

أما بالنسبة لمستويات الرّي فقد بلغت نسبة البروتين(14.22 , 13.15 , 11.54)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي ومنه نجد انخفاض النسبة بانخفاض كمية مياه الرّي والتي لها دور في النمو وبالتالي زيادة الكتلة الحية للنبات وزيادة عملية التمثيل الضوئي وتركيب البروتين .

ممّا سبق يلاحظ أن الفرق بين نسبتي البروتين عند المستوى الكامل والأدنى للتسميد الآزوتي قد بلغ 4.64% بينما كان الفرق بين النسبتين عند مستويي الرّي I%100 , I%25 كان 2.69% , ممّا يدل أن تأثير عامل التسميد الآزوتي كان أكبر من تأثير عامل الرّي, كما أن أعلى نسبة للبروتين كانت عند مستوى تسميد آزوتي 15.25% وأقل نسبة له كانت عند أدنى مستوى تسميد آزوتي 10.16%, وهذا يدل على أن عامل التسميد الآزوتي هو العامل المحدد لنسبة البروتين خلال هذه المرحلة من العمر .

كما يبين الجدول السابق نسبة البروتين الخام من المادة الجافة خلال حياة النبات تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي, فنجد أنه عند مستوى ري I%100 تناقصت نسبة البروتين من 16.56% إلى (14.28 , 11.82)% عند الانتقال من مستوى تسميد يغطي كامل احتياج النبات إلى مستوى تسميد آزوتي N%50 و N%0 على التوالي, ويعزى هذا الأمر إلى أن نقص التسميد الآزوتي قلّل من كمية الصانعات الخضراء والتي لها دور في تركيب البروتين وبالتالي نقص في كمية البروتين , وسلك مستوى الرّي I%50 و I%25 السلوك نفسه .

انخفضت نسبة البروتين من 16.56% إلى 15.27% و 13.93% عند الانتقال من مستوى ري I%100 إلى I%50 و I%25 على التوالي تحت مستوى آزوت N%100 , ويعود السبب أيضاً إلى أن كمية مياه الرّي تتيح الاستفادة من التسميد الآزوتي الذي يدخل مباشرة في تركيب البروتين .

يلاحظ ممّا سبق أن الفرق بين مستويي التسميد N%100 وN%0 تحت مستوى الرّي الكامل قد بلغ 4.74% بينما كان الفرق بين مستويي الرّي I%100, I%25 تحت مستوى التسميد الآزوتي الكامل قد

بلغ 2.63% ممّا يعني أن تأثير عامل التسميد كان أكبر من تأثير عامل الرّي في تحديد نسبة بروتين النبات خلال الحشة الأولى . وبلغت الفروق بين المستويات لكلا المعاملتين السابقتين درجة المعنوية عند مستوى 5% .

أما في الحشة الثانية للنبات فتناقص دور التسميد الآزوتي وأصبح لعامل الرّي الدور الرئيسي في تحديد قيمة نسبة البروتين الخام لنباتات الفصة المعمرة وذلك لأن النبات قد ثبت الآزوت الجوي بواسطة العقد البكتيرية الموجودة على جذوره وأصبح قادراً على الاستفادة منه, كما تزايدت نسبة البروتين مع تزايد كمية مياه الرّي بغض النظر عن عامل التسميد الآزوتي وكانت الفروق بين مستويات عامل الرّي وفق معنوية عند مستوى 5%, بينما لم تصل الفروق بين مستويات عامل التسميد الآزوتي درجة المعنوية عند مستوى 5%, وأشار إلى ذلك أيضاً السحيباني (2007). وقد سلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة الثانية و بفروق معنوية بين مستويات عامل الرّي عند مستوى 5%.

سلكت نسبة الرماد السلوك ذاته الذي سلكته نسبة البروتين الخام وكان عامل التسميد هو العامل المحدد لهذه الصفة وكانت الفروق معنوية بين المعاملات في الحشة الأولى فقط بينما كانت معنوية بين مستويات معاملة الرّي في الحشتين الثانية والثالثة عند مستوى 5%.

كما يوضح الجدول السابق نسبة الألياف الخام خلال حياة النبات, فخلال الحشة الأولى لنبات الفصة المعمرة بلغت نسبة الألياف (17.94 , 19.55 , 20.58)% لمستويات التسميد N%100 , N%50 , N%0 على التوالي بينما كانت (15.51 , 19.31 , 23.24)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي, ومنه نجد أن نسبة الألياف الخام تزداد مع تناقص مستوى العاملين المدروسين و يعزى هذا إلى دفع النبات حالة من التأقلم مع الإجهاد الناتج عن المستويات المنخفضة من كميات مياه الرّي والتسميد الآزوتي والتبكير في الدخول في مراحل النمو المتقدمة وبالتالي يعمل على زيادة نسبة الألياف في النباتات على حساب المكونات الأخرى , كما يلاحظ أن القيم التي حققتها معاملة الرّي كانت أعلى من القيم التي حققتها معاملة التسميد عند المستوى الكامل وكانت القيم أقل عند المستوى الأدنى للعاملين المدروسين ممّا يدل على أهمية الرّي في تحديد قيمة الألياف وأثرها الأكبر من تأثير التسميد الآزوتي. وبلغت الفروق درجة المعنوية عند مستوى 5% .

وفي الحشة الثانية للنبات سلكت سلوك الحشة الأولى, فتزايدت نسبة الألياف مع تناقص مستوى الرّي, في حين لم يكن لعامل التسميد الآزوتي دوراً في تحديد نسبة الألياف وتعزز دور عامل الرّي بمستوياته المختلفة في تحديد نسبة الألياف, ويعزى ذلك للأسباب المذكورة سابقاً. وسلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة

الثانية. وكانت الفروق معنوية بين المعاملات في الحشة الأولى فقط بينما كانت معنوية بين مستويات الرّي في الحشتين الثانية والثالثة عند مستوى 5%.

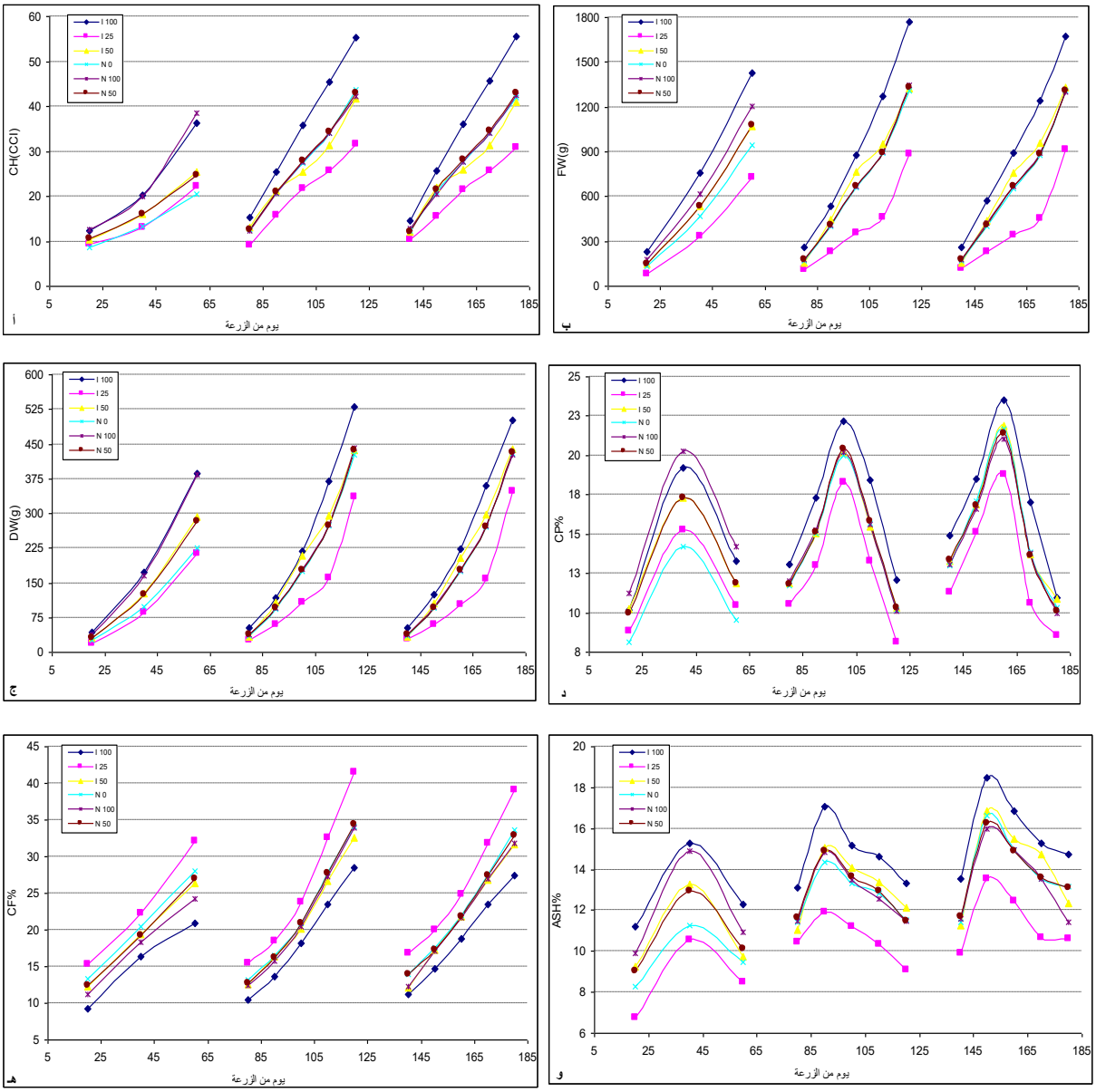
ويبين الجدول السابق نسبة الألياف الخام في النبات خلال حياته تبعاً للتأثير التفاعلي للمستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي, ففي الحشة الأولى للنبات و تحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات بلغت نسبة الألياف (13.56 , 15.97 , 17.01)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100, N%50, N%0 في حين وصلت إلى (18.28 , 19.3 , 20.35)% و (21.97 , 23.38 , 24.37)% لمستويات التسميد السابقة وعند مستويي ري I%50, I%25 على التوالي .

ممّا سبق يتضح ازدياد مستوى الألياف مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين ويعزى ذلك إلى سرعة وصول النبات عند المستوى الأدنى للعاملين لمرحلة النضج أسرع وتليف الساق والأوراق أكبر. هذا وقد تدرجت الفروق السابقة بين مستويات المعاملات وفق معنوية عند مستوى 5% .بينما تناقص دور عامل التسميد الآزوتي في الحشة الثانية وأصبح عامل الرّي دوراً رئيسياً في تحديد نسبة الألياف وبفروق معنوية عند مستوى 5% . و سلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة الثانية .

1- 3- تأثير الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو

يبين الشكل (37) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو المختلفة في وحدة المساحة المدروسة, فتتزايد قيمة اليخضور في الحشة الأولى خلال مراحل النمو المتعاقبة حتى عملية الحش بعد 60 يوم الشكل (37 – أ) في معاملة الرّي وتحت مستوى تزويد مائي يغطي كامل احتياج النباتات تزايدت قيمة اليخضور على الشكل(12.7 , 20.23 , 36.22) CCI خلال مراحل النمو المختلفة حتى بعد 60 يوم, و سلكت المعاملة السابقة تحت مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فتزايدت القيمة من 10.27 CCI إلى 25.51 CCI من عمر 20 يوم حتى عمر 60 يوم وكذلك كانت القيم تحت مستوى ري I%25 فتزايدت القيمة من 22.13 CCI إلى 11.68 CCI لنفس المراحل أنفة الذكر وتوصل إلى نتائج مماثلة Demarly (1975) .

كما سلكت مستويات التسميد المختلفة سلوك مستويات الرّي ذاته في التزايد بدءاً من المرحلة بعد 20 يوم فبلغت القيم بعد 20 يوم قد (12.56 , 10.64 , 8.6)CCI لمستويات التسميد N%100, N%50, N%0 على التوالي , وتزايدت لتصبح (38.56 , 24.81 , 20.5)CCI للمستويات السابقة على التوالي في مرحلة 60 يوم من الزراعة . وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% .



الشكل (37) الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات من الرّي و التسميد الآزوتي

ويلاحظ من الشكل التأثير الواضح للتسميد الآزوتي في قيمة اليخضور وخلال كافة مراحل النمو أكثر منه في التزود المائي خلال هذه الحشة وهذا يبدو جلياً من قيم اليخضور الأعلى خلال جميع مراحل النمو في التسميد الكامل عنه في الرّي الكامل أولاً ومن الفروق بين مستويين مختلفين ضمن المعاملة ذاتها ثانياً فقد بلغ الفرق بين المستويين I%100 و I%25 ضمن معاملة الرّي في المراحل المختلفة (3 , 7.21 , 14.09) CCI بينما كانت الفروق بين المستويين N%100 و N%0 على الشكل (4 , 6.72 , 18.05) CCI خلال نفس مراحل النمو, وهذا ما يبين الأثر الأكبر للتسميد على الرّي في تحديد قيمة اليخضور .

أما في الحشة الثانية لنبات الفصة المعمرة فتزايدت قيمة اليخضور في خلال مراحل النمو حتى مرحلة بعد 120 يوم من الزراعة الشكل (37 – أ) ففي معاملة الرّي وتحت مستوى تزويد مائي يغطي كامل احتياج

النباتات تزايدت قيمة اليخضور من 15.42 CCI إلى 55.36 بعد 120 يوم, وسلكت المعاملة السابقة تحت مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فتزايدت القيمة من 13.07 CCI إلى 41.8 CCI من عمر 80 يوم حتى عمر 120 يوم وكذلك كانت القيم تحت مستوى ري I%25 فتزايدت القيمة من 9.12 CCI إلى 13.71 CCI لنفس المراحل أنفة الذكر وكانت الفروق معنوية ($P < 0.05$). أما بالنسبة لمستويات التسميد الآزوتي فقد تقاربت القيم ما بينها خلال مراحل النمو المختلفة ويعود السبب في ذلك لأن النبات استفاد من الآزوت المثبت بواسطة العقد البكتيرية الموجودة على جذور النبات وبالتالي لم تظهر فروق معنوية بين مستويات التسميد الآزوتي المختلفة, بينما تواجدت الفروق المعنوية بين المراحل بسبب ازدياد حجم المجموع الورقي للنبات مع التقدم بالعمر وبالتالي زيادة كمية اليخضور فيه, وسلكت الحشة الثالثة سلوك الحشة الثانية تماماً .

كما يوضح الشكل (37 – ب) قيم الوزن الرطب خلال مراحل النمو تحت تأثير كل من الرّي والتسميد خلال مراحل النمو, ففي معاملة الرّي وضمن الحشة الأولى للنبات تزايدت قيمة هذه الصفة منذ بداية مرحلة النمو وحتى الوصول إلى أوجه, فتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات تزايدت القيمة على الشكل التالي (230.56 , 756.22 , 1430)غ خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 60 يوم, وسلك مستوى الرّي I% 50 السلوك ذاته فازدادت القيمة من 147.22غ إلى 1070غ منذ بدية النمو وحتى مرحلة بعد 60 يوم وذلك لنفس السبب المذكور سابقاً, وكذلك كان مستوى الرّي I%25 .

أما بالنسبة لتأثير مستويات عامل التسميد في الوزن الرطب فقد أخذت المنحنى نفسه لمستويات الرّي, فعند مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النمو بلغ الوزن الرطب في مرحلة بعد 20 يوم 174.89غ وازدادت خلال تتابع مراحل النمو لتصل أوجها في مرحلة 60 يوم وتصبح 1210غ , وسلك مستوى التسميد الآزوتي N%50 , N%0 السلوك نفسه فكانت قيمة الوزن الرطب في مرحلة بعد 20 يوم قد بلغت (152.22 و 135.56)غ لكل من المستويين السابقين على التوالي وتزايدت هذه القيم مع التقدم بمراحل النمو لتصبح 1080غ في مرحلة بعد 60 يوم لمستوى التسميد N%50 و 943.78 غ لمستوى التسميد N%0 . وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% .

ويلاحظ من الشكل أن أعلى قيم محققة للوزن الرطب هي عند المستوى الكامل من التزود المائي, وأدنى قيم هي عند مستوى ري I%25, كما أن الفروق بين مستويات الرّي كانت أكبر منها بين مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يؤكد أهمية عامل التزود المائي في تحديد قيمة هذه الصفة .

وفي الحشة الثانية سلكت معاملة الرّي بمستوياتها المختلفة السلوك ذاته في الحشة الأولى, فقد تزايدت قيمة الوزن الرطب مع تزايد مستوى الرّي ومع التقدم بمراحل النمو, فتزايدت قيمة هذه الصفة منذ بداية مرحلة

النمو ضمن هذه الحشة (بعد 80 يوم من الزراعة) وحتى الوصول إلى أوجه, فتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات تزايدت القيمة على الشكل التالي (260.89 , 538.22 , 876 , 1280 , 1770)غ خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 120 يوم, و سلك مستوى الرّي 50 %I السلوك ذاته فازدادت القيمة من 154.56غ إلى 1320غ منذ بدية النمو بعد 80 يوم وحتى مرحلة بعد 120 يوم, وكذلك كان مستوى الرّي 25%I فازدادت القيمة من 109.44غ إلى 885.11غ منذ بدية النمو بعد 80 يوم وحتى مرحلة بعد 120 يوم وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5%.

أما تأثير معاملة التسميد الآزوتي فسلكت نفس السلوك في الحشة الأولى من حيث أنها تزايدت مع التقدم بمراحل النمو وبفروق معنوية عند مستوى 5%, في حين أن الاختلاف بين الفروق خلال مراحل النمو بين المستويات المدروسة لم تبلغ درجة المعنوية عند مستوى 5%. وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته للحشة الثانية .وبالتالي فإن انخفاض مستوى التزود المائي يؤثر على تاريخ و توقيت تحقيق أعلى وزن رطب للنبات خلال جميع مراحل النمو .

ويبين الشكل (37 – ج) قيم الوزن الجاف خلال مراحل النمو تحت تأثير كل من معاملتي الرّي والتسميد خلال مراحل النمو, ففي الحشة الأولى وتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات 100%I تزايدت القيمة على الشكل التالي (44.12 , 173.87 , 385.82)غ خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 60 يوم, وسلك مستوى الرّي 50 %I السلوك ذاته فازدادت القيمة من 31غ إلى 292.03غ منذ بدية النمو وحتى مرحلة بعد 60 يوم و ذلك لنفس السبب المذكور سابقاً , وكذلك كان مستوى الرّي 25%I حيث تزايدت القيمة من 19.72غ إلى 214.45غ لنفس المراحل السابقة.

أما بالنسبة لتأثير معاملة التسميد فكانت فيها القيم تأخذ المنحنى نفسه الذي أخذته مستويات الرّي, فعند مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النمو 100%N بلغ الوزن الجاف في مرحلة بعد 20 يوم 37.71غ وازدادت خلال تتابع مراحل النمو لتصل أوجها في مرحلة 60 يوم و تصبح 383.43غ, وسلك مستوى التسميد الآزوتي 50%N , 0%N السلوك نفسه فكانت قيمة الوزن الجاف في مرحلة بعد 20 يوم قد بلغت (31.03 و 26)غ لكل من المستويين السابقين على التوالي وتزايدت هذه القيم مع التقدم بمراحل النمو لتصبح 283.57غ في مرحلة بعد 60 يوم لمستوى التسميد 50%N و 225.3 غ لمستوى التسميد 0%N . وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5%. ويلاحظ من الشكل أن أعلى قيم للوزن الجاف تحققت عند المستوى الكامل من التزود المائي, وأدنى قيم هي عند مستوى ري 25%I, كما أن الفروق بين مستويات الرّي كانت أكبر منها بين مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يؤكد أهمية التزود المائي في تحديد قيمة هذه الصفة .

وفي الحشة الثانية سلكت معاملة الرّي بمستوياتها المختلفة السلوك الذي سلكته في الحشة الأولى, فقد تزايدت قيمة الوزن الجاف مع تزايد مستوى الرّي ومع التقدم بمراحل النمو, فتزايدت قيمة هذه الصفة من بداية مرحلة النمو ضمن هذه الحشة (بعد 80 يوم من الزراعة) وحتى الوصول إلى أوجه, فتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات تزايدت القيمة على الشكل التالي (52.18 , 118.41 , 219 ، 369.75 , 531.27)غ خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 120يوم, وسلك مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فازدادت القيمة من 34غ إلى 436.89غ منذ بدية النمو بعد 80 يوم وحتى مرحلة بعد 120 يوم, و كذلك كان مستوى الرّي I%25 فازدادت القيمة من 27.36غ إلى 336.34غ منذ بدية النمو بعد 80 يوم وحتى مرحلة بعد 120 يوم وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5%.

أما معاملة التسميد الآزوتي فسلكت نفس السلوك في الحشة الأولى من حيث أنها تزايدت مع التقدم بمراحل النمو وبفروق معنوية عند مستوى 5%, في حين أن الاختلاف بين الفروق خلال مراحل النمو بين المستويات المدروسة لم تبلغ درجة المعنوية عند مستوى 5%. وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته .

ويوضح الشكل (37 – د) نسبة البروتين الخام في الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو المختلفة وذلك تبعاً للمعاملتين المدروستين بمستوياتهما المختلفة, فكانت نسبة البروتين أقل ما يمكن في بداية مراحل النمو وتزداد لتبلغ أوجها في مراحل متقدمة من النمو وتعود بعدها لتتناقص. ففي الحشة الأولى للنبات بلغت نسبة البروتين الخام في مرحلة 20 يوم 11.23% بالنسبة لمستوى التسميد الآزوتي N%100 وازدادت لتصل إلى 10.3% بعمر 40 يوم ثم تناقصت بعد ذلك لتصل إلى 14.22% مرحلة 60 يوم, وقد سلك مستويا التسميد الآزوتي N%50, N%0 السلوك ذاته حيث كانت نسبة البروتين للمستويين السابقين بعمر20 يوم قد بلغت (9.97 و 8.12)% ووصلت إلى (17.3 و 14.17)% بعمر 40 يوم ثم تناقصت إلى (11.88 و 9.53)% على التوالي بعمر 60 يوم. وسلكت مستويات الرّي السلوك ذاته فتحت تأثير مستوى ري I%100 ازدادت النسبة من 10.19% بعمر 20 يوم إلى 19.2% بعمر40 يوم ثم تناقصت لتبلغ 13.27% بعمر60 يوم, وكذلك نهج مستويا الرّي I%50 , I%25 النهج ذاته وتدرجت الفروق وفق معنوية عند مستوى 5% .

ويعزى تزايد نسبة البروتين إلى زيادة الكتلة الحية للنبات وبالتالي زيادة كمية الصانعات الخضراء وتنشيط عملية التمثيل الضوئي, أما التناقص الحاصل في المراحل المتقدمة فيعزى إلى أن نمو النبات وتسارع زيادة كمية الكتلة الحيوية كان أكبر من تسارع زيادة البروتين ممّا جعل نسبة البروتين الخام لوحدة الوزن تنخفض.

ويوضح الشكل السابق تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين وذلك لأنه عند انخفاض مستوى أحد العاملين المدروسين سوف يؤثر على كمية الكتلة الحيوية وبالتالي انخفاض العمليات الحيوية التي بدورها تساعد في تركيب البروتين , ونجد أن الفروق بين مستوى التسميد الآزوتي N%100, N%0 بلغ 6.2% بعمر 40 يوم بينما كان الفرق بين مستويي الرّي I%100, I%25 قد بلغ 4% وبالتالي يتضح أن تأثير عامل التسميد الآزوتي كان أكبر من تأثير عامل الرّي في تحديد قيمة البروتين الخام وخاصة في المراحل المتقدمة من عمر النبات .

وفي الحشة الثانية سلكت المعاملتين المدروستين (الرّي والتسميد الآزوتي) بمستوياتهما المختلفة السلوك الذي سلكته في الحشة الأولى من حيث أن نسبة البروتين تزايدت مع التقدم بمراحل النمو, فتزايدت قيمة هذه الصفة منذ بداية مرحلة النمو ضمن هذه الحشة (بعد 80 يوم من الزراعة) وحتى بعد 120 يوم, فتحت تأثير مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات تزايدت القيمة على الشكل التالي (13.1 , 17.33 , 22.16 , 18.42 , 13.27 , 8.13)% خلال مراحل النمو المختلفة وحتى مرحلة 120 يوم, وسلك مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فازدادت القيمة على الشكل (11.91 , 15.06 , 20.21 , 15.45 , 10.35)% من مرحلة بعد 80 يوم وحتى مرحلة بعد 120 يوم, وكذلك كان مستوى الرّي I%25 فازدادت القيمة على النحو الآتي (10.53 , 13.01 , 18.28 , 13.27 , 8.14)% للمراحل السابقة ذاتها, و سلكت معاملة التسميد الآزوتي بمستوياتها السلوك ذاته وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5%.

ويلاحظ من الشكل تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى عامل الرّي وبفروق معنوية عند مستوى 5%, بينما لم يحدث تناقص مستوى عامل التسميد الآزوتي تناقصاً معنوياً في نسبة البروتين الخام, ويعود ذلك إلى الأسباب المذكورة سابقاً. وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته .

كما يوضح الشكل (37 – هـ) نسبة الألياف الخام من الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي مع التقدم بمراحل النمو, فتحت تأثير مستوى تسميد آزوتي كامل بلغت نسبة الألياف الخام بعمر 20 يوم 11.23% وازدادت لتصل إلى 24.27% بعمر 60 يوم , كما بلغت النسبة 12.37% و 13.29% بعمر20 يوم لمستويي التسميد N%50 و N%0 على التوالي، وازدادت لتصل إلى 27% و 28.03% بعمر60 يوم لنفس المستويين على التوالي, أي أن نسبة الألياف تتزايد مع تناقص كمية الأسمدة المضافة, وكذلك سلكت مستويات الرّي السلوك ذاته فتحت تأثير مستوى الرّي الذي يغطي كامل احتياجات النبات بلغت نسبة الألياف الخام بعمر 20 يوم 9.28% وازدادت لتصل إلى 20.91% بعمر 60 يوم , كما بلغت النسبة 12.24% و 15.37% بعمر20 يوم لمستويي الرّي I%50 و I%0 على التوالي وازدادت لتصل إلى 26.32% و 32.07% بعمر60 يوم لنفس المستويين على التوالي , ومنه يتضح أن نسبة الألياف تتزايد مع تناقص كمية الأسمدة المضافة ومستويات عامل الرّي وبفروق معنوية

عند مستوى 5% لكلا المعاملتين , ويعود ذلك إلى تأقلم نباتات الفصة المعمرة مع المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي والتزود المائي وتبكير النباتات في دخولها في مراحل النمو المختلفة وبالتالي زيادة نسبة الألياف على حساب المكونات الأخرى .

ويلاحظ من الشكل أيضاً أن الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 , N%0 بعمر60 يوم قد بلغ 11.16% بينما بلغ بين مستويي الرّي I%100 , I%25 لنفس العمر 3.73%, وكذلك كانت أقل نسبة للألياف الخام عند أعلى مستوى ري I%100 و أعلى نسبة عند مستوى الرّي I%25, ممّا يدل على أن تأثير الرّي أكبر من تأثير التسميد الآزوتي في تحديد نسبة الألياف الخام.

وفي الحشة الثانية للنبات تزايدت نسبة الألياف الخام مع التقدم بمراحل النمو ولجميع المستويات في العاملين المدروسين وبفروق معنوية عند مستوى 5%, في حين تزايدت مع تناقص مستوى الرّي وخلال كافة المراحل بمعنوية بينما لم تتواجد هذه المعنوية في فروقات التسميد الآزوتي, ويعود ذلك للأسباب المبينة سابقاً. وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته .

كما يوضح الشكل (37 - و) تغير نسبة الرماد مع التقدم بمراحل النمو المختلفة, فضمن الحشة الأولى للنبات وتحت تأثير مستوى تسميد ري يغطي كامل احتياج النبات I%100 ازدادت نسبة الرماد من 11.23% بعمر 20 يوم إلى 15.28% بعمر 40 يوم ثم تناقصت لتصل إلى 12.28%, وكذلك سلك مستويا الرّي I%50 و I%25 السلوك ذاته, وكذلك كان الأمر لمستويات التسميد المختلفة حيث تزايدت النسبة من 9.89% بعمر 20 يوم تحت تأثير مستوى تسميد آزوتي N%100 إلى 14.92% بعمر 40 يوم وتناقصت إلى 10.94% بعمر 60 يوم, ومثله كان في مستويي التسميد الآزوتي الآخرين, كما تناقصت نسبة الرماد مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين إذ بلغت نسبة الرماد بعمر 20 يوم (11.23 , 9.27 , 6.73)% لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي و(9.89 , 9.04 , 8.3)% لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي, وبمقارنة القيم السابقة يلاحظ أن تأثير عامل الرّي كان أكبر من تأثير عامل التسميد الآزوتي وذلك من القيم التي حققتها مستويات عامل الرّي ومن الفرق الواضحة بينها .

هذا ويعزى سبب تناقص نسبة الرماد الخام إلى أن ازدياد كمية الكتلة الحية للنبات والوزن الجاف أكبر من زيادة كمية الرماد خلال مراحل مما أدى لانخفاض نسبة الألياف في وحدة الوزن, وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% .

أما في الحشة الثانية فقد سلكت تأثير الرّي و التسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة السلوك الذي سلكته في الحشة الأولى, حيث تزايدت نسبة الرماد في مستوى الرّي الكامل I%100 من 13.11% بعد 80 يوم إلى

17.1% بعد 90 يوم, ثم تناقصت النسبة تدريجياً حتى نهاية هذه الحشة فوصلت بعد 120 يوم إلى 13.13%, وسلك مستوى الرّي I%50 السلوك ذاته فبلغت نسبة الرماد في نفس المراحل السابقة على التوالي (11.03 , 15.06 , 12.12)%, وكذلك كان المستوى I%25 فبلغت القيم السابقة (10.44 , 11.92 , 9.1)% لنفس المراحل السابقة وعلى التوالي, وسلكت مستويات التسميد الآزوتي السلوك ذاته, وكانت الفروق معنوية عند مستوى 5%.

ومن الشكل يتضح تناقص نسبة الرماد مع تناقص مستوى الرّي وبفروق معنوية عند مستوى 5%, بينما لم يسبب تناقص مستوى التسميد الآزوتي تناقصاً معنوياً في نسبة الرماد الخام, و يعود ذلك إلى الأسباب المذكورة سابقاً. وسلك تأثير العاملين المدروسين في الرماد ضمن الحشة الثالثة السلوك ذاته للحشة الثانية.

1- 4 - تأثير التفاعل العاملي لمستويات الرّي والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو المختلفة

يبين الجدول (16) قيم الصفات الخضرية والعلفية تحت التأثير التفاعل العاملي لمستويات الرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة .

الجدول (16) الصفات الخضرية والعلفية تحت التأثير التفاعلي لمستويات الرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة

يوم من الزراعة		20	40	60	80	90	100	110	120	140	150	160	170	180
المعاملات		الصفات الخضرية و العلفية												
		CH(CCI) اليخضور												
I%100	N%100	14.2	25.5	51.7	15.2	25.5	36.0	45.5	54.8	14.5	25.2	36.6	45.2	55.5
	N%50	12.3	19.6	31.0	15.7	25.8	36.4	45.6	55.0	14.7	26.0	36.6	46.0	55.8
	N%0	10.2	15.7	26.0	15.4	25.0	34.9	45.1	56.3	14.8	25.6	35.1	45.8	55.3
I%50	N%100	12.2	18.7	35.5	12.5	21.0	25.5	31.0	41.0	12.4	21.1	25.3	31.0	41.0
	N%50	10.3	15.6	22.4	13.1	21.7	25.3	31.2	41.7	11.8	22.5	26.2	32.3	41.5
	N%0	8.3	13.5	18.6	13.6	21.0	25.4	31.6	42.7	12.2	22.1	26.1	30.7	40.4
I%25	N%100	11.2	15.8	28.5	9.4	15.5	21.2	25.5	30.8	11.3	15.1	21.0	25.7	31.0
	N%50	9.3	12.6	21.0	9.0	15.7	22.0	26.0	32.0	10.1	15.9	21.8	25.7	31.5
	N%0	7.3	10.6	16.9	8.9	16.1	21.7	25.7	32.4	9.8	15.4	21.5	25.9	30.1
LSD5%		1.07	1.15	1.29	0.52	0.71	0.91	0. 9	1.41	1.32	0.84	1.34	1.29	1.36
		FW(g/m^2) الوزن الرطب												
I%100	N%100	265	880	1658	271	543	883	1281	1787	267	592	899	1250	1672
	N%50	225	736	1414	256	541	874	1259	1779	267	567	897	1237	1678
	N%0	202	662	1218	256	530	871	1285	1746	252	552	883	1242	1666
I%50	N%100	160	603	1138	159	447	779	954	1347	159	446	760	971	1316
	N%50	147	529	1095	160	455	770	953	1322	159	438	764	955	1335
	N%0	135	465	988	145	448	761	942	1302	151	437	744	957	1348
I%25	N%100	100	374	825	113	236	357	464	897	118	230	345	457	911
	N%50	85	334	735	112	237	362	463	888	120	232	350	458	923
	N%0	70	288	625	103	230	349	456	870	111	226	338	445	908
LSD5%		9.50	16.1	25.39	10.3	9.21	11.5	9.11	17.8	13.7	14. 8	16. 9	12.8	17.48

تابع الجدول (16) الصفات الخضرية والعلفية تحت التأثير التفاعلي العاملي لمستويات الرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة

DW(g/m^2) الوزن الجاف														
I%100	**N%100**	53	220	498	54	120	221	371	536	53	130	225	363	502
	N%50	43	169	368	51	119	219	365	534	53	125	224	359	504
	N%0	36	132	292	51	117	218	373	524	50	121	221	360	500
I%50	**N%100**	35	163	364	35	107	210	296	445	35	107	205	301	434
	N%50	31	122	285	35	109	208	295	436	35	105	206	296	441
	N%0	27	98	227	32	107	205	292	430	33	105	201	297	445
I%25	**N%100**	25	112	289	28	61	107	163	341	30	60	103	160	346
	N%50	20	84	198	28	62	109	162	338	30	60	105	160	351
	N%0	15	66	156	26	60	105	159	331	28	59	102	156	345
LSD5%		3.70	4.71	7.20	10. 3	8.99	8.69	5.24	15.2	3.79	5.06	8.61	5.51	11. 5
CP% البروتين الخام														
I%100	**N%100**	12.2	22.2	15.3	13.2	17.2	22.2	18.2	12.1	14.8	18.1	23.2	16.9	10.9
	N%50	10.2	19.4	13.3	13.1	17.3	22.4	18.5	12.1	14.9	18.5	23.6	16.7	11.0
	N%0	8.2	16.1	11.2	13.0	17.5	22.0	18.5	12.1	14.9	18.8	23.8	17.4	11.1
I%50	**N%100**	11.2	20.4	14.2	12.2	15.3	20.4	15.2	10.1	13.2	16.5	21.4	13.6	10.8
	N%50	10.3	17.3	12.3	11.8	15.1	20.3	15.6	10.6	13.5	16.7	22.1	13.8	11.0
	N%0	9.3	14.2	9.2	11.8	14.7	19.9	15.6	10.3	13.2	17.4	22.1	13.7	10.8
I%25	**N%100**	10.3	18.3	13.2	10.7	13.2	18.1	13.3	8.1	11.3	15.2	18.6	10.9	8.2
	N%50	9.4	15.3	10.0	10.5	13.0	18.5	13.4	8.2	11.7	15.3	18.6	10.5	8.3
	N%0	6.9	12.2	8.2	10.4	12.9	18.2	13.1	8.1	10.9	15.0	19.3	10.4	9.1
LSD5%		0.18	0.23	0.5	0. 5	1.16	10.2	1.13	0. 7	0. 8	1.20	1.29	0.6	10.24
CF% الألياف الخام														
I%100	**N%100**	8.2	15.4	17.1	10.0	13.2	18.1	23.1	28.4	11.3	14.5	18.2	23.3	27.1
	N%50	9.3	16.3	22.3	10.2	13.9	18.3	23.6	28.6	11.7	14.7	18.6	23.6	27.1
	N%0	10.4	17.3	23.3	11.1	13.8	18.4	23.7	28.3	10.9	14.8	19.5	23.7	28.2
I%50	**N%100**	11.2	18.3	25.3	12.2	16.1	20.2	26.1	32.6	13.2	17.2	22.7	26.4	30.8
	N%50	12.2	19.3	26.4	12.7	16.4	20.4	26.8	32.7	13.6	17.3	21.6	26.8	32.0
	N%0	13.3	20.5	27.3	12.9	16.8	19.9	27.2	32.5	13.7	17.5	21.4	27.3	32.4
I%25	**N%100**	14.3	21.2	30.4	15.1	18.1	23.1	32.6	41.0	16.5	19.7	24.2	31.3	37.6
	N%50	15.6	22.3	32.3	15.5	18.5	24.0	32.7	42.0	16.7	20.0	25.1	32.1	39.5
	N%0	16.2	23.4	33.5	15.7	18.8	24.3	32.5	41.5	17.4	20.4	25.2	31.9	40.3
LSD5%		0.33	0.50	1.07	0. 5	0. 7	0. 8	0.7	1.48	1.50	1.34	1.45	1.29	1.59
ASH% الرماد الخام														
I%100	**N%100**	12.2	17.2	13.3	13.1	17.1	15.2	14.3	13.3	13.3	18.1	16.5	15.3	14.6
	N%50	11.2	15.3	12.2	13.2	17.4	15.3	14.6	13.2	13.6	18.5	16.6	15.5	14.7
	N%0	10.3	13.3	11.3	13.0	16.8	15.0	15.0	13.4	13.7	18.8	17.4	15.0	15.0
I%50	**N%100**	10.2	15.3	10.6	11.2	15.3	14.1	13.2	12.1	11.3	16.5	15.7	14.7	9.2
	N%50	9.3	13.3	9.7	11.2	15.1	14.2	13.6	12.1	11.7	16.7	15.8	14.8	13.9
	N%0	8.3	11.2	9.0	10.7	14.7	13.8	13.3	12.1	10.9	17.4	15.0	14.8	13.9
I%25	**N%100**	7.2	12.2	8.9	10.2	12.1	11.1	10.1	9.1	10.2	13.3	12.6	10.6	10.5
	N%50	6.7	10.2	8.6	10.6	12.1	11.4	10.6	9.1	9.7	13.6	12.4	10.5	10.8
	N%0	6.3	9.2	8.1	10.6	11.5	11.1	10.3	9.0	9.7	13.7	12.4	10.8	10.7
LSD5%		0.07	0.1	0.21	0.8	0.72	0.41	0.61	0.32	0.81	0.82	1.36	1.26	1.26

فتتزايد قيم اليخضور في الحشة الأولى لنباتات الفصة المعمرة لكل من عاملي الدراسة بالمستويات المختلفة مع التقدم بمراحل النمو, فبالنسبة للمعاملة I%100 وN%100, بلغت قيمة اليخضور في بداية الحشة بعد 20 يوم CCI 14.2 لتزداد وتبلغ أوجها في مرحلة بعد 60 يوم وقدرت بـ CCI 51.7, وكذلك كانت المعاملة N%50 وI%100 فكانت القيم من (12.3 , 19.6 , 31) CCI خلال مراحل النمو وحتى مرحلة بعد 60 يوم, وسلكت المعاملة N%25 وI%100 سلوك المعاملتين السابقتين ذاته فبلغت القيم (10.2 , 15.7 , 26) CCI لنفس المراحل السابقة وعلى التوالي .وكذلك سلكت مستويات الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته .

ويلاحظ ممّا سبق أنه ضمن مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات تناقصت قيمة اليخضور بتناقص كمية السماد الآزوتي المضاف للنبات وفي كافة المراحل, ففي عمر 20 يوم من الزراعة وضمن مستوى الرّي الكامل تناقصت قيمة اليخضور من CCI 14.2 إلى (12.3 و 10.2)CCI عند الانتقال من مستوى التسميد الكامل إلى N%50 و N%0, وسلكت كافة مراحل النمو السلوك نفسه, وبالمثل سلك مستويا الرّي السلوك ذاته .

وكانت قيمة اليخضور تتناقص بتناقص مستوى الرّي من I%100 إلى I%50 و I%25 ضمن مستوى التسميد الواحد وخلال كافة مراحل النمو, ففي مرحلة 20 يوم تناقصت قيمة اليخضور من CCI 14.2 إلى 12.2 و CCI 11.2 عند تناقص كمية مياه الرّي من I%100 إلى I%50 و I%25 على التوالي ضمن مستوى التسميد آزوتي N%100, وسلك مستويا التسميد الآزوتي الآخرين السلوك ذاته وخلال كافة المراحل ضمن هذه الحشة .وكانت الفروق السابقة لكل من معاملتي الرّي والتسميد الآزوتي وخلال كافة المراحل معنوية عند مستوى 5% .

وبالنتيجة مما سبق يلاحظ التأثير الواضح للتسميد الآزوتي, فقد حقق مستوى التسميد الآزوتي الكامل قيماً عالية لليخضور بالمقارنة مع التسميد N%50 , N%0 وخلال كافة مراحل النمو بغض النظر عن مستويات الرّي بينما لم تستطيع معاملة الرّي باختلاف مستوياتها تحقيق قيم عالية لليخضور في غياب التسميد الآزوتي N%0 خلال كافة مراحل النمو ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة اليخضور وفي كافة مراحل النمو للحشة الأولى .

وفي الحشة الثانية للنبات تابعت قيم اليخضور تزايدها مع التقدم بمراحل النمو للمستويات المختلفة من عاملي الدراسة وبفروق معنوية عند مستوى 5%, هذا وقد تزايدت القيم السابقة مع تزايد مستوى الرّي ضمن هذه الحشة, فبعد 80 يوم وضمن مستوى التسميد الآزوتي N%100 تزايدت قيمة اليخضور من CCI 9.4 إلى CCI 15.2 عند الانتقال من مستوى الرّي مستوى ري I%25 إلى المستوى الذي يغطي كامل احتياج النبات I%100, وسلكت كافة المراحل السلوك ذاته وبفروق معنوية عند مستوى 5%, وتوصل إلى نتائج مماثلة Demarly (1975) .

وبالنسبة لتأثير مستويات التسميد الآزوتي, لم تلاحظ فروق بين المستويات المختلفة وذلك لأن النباتات قد ثبتت الآزوت الجوي في مراحل الحشة الأولى بواسطة العقد البكتيرية المتعايشة معها والموجودة على جذور النبات واستطاعت النباتات الاستفادة من الآزوت المثبت في الحشة الثانية وبالتالي لم يكن لإضافة السماد الآزوتي أي قيمة معنوية في هذه الحشة . وسلكت تأثير مستويات الري و التسميد في الحشة الثالثة السلوك ذاته الذي سلكته الحشة الثانية .

كما يوضح الجدول (16) قيم الوزن الرطب تحت التأثير التفاعلي للرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة, فخلال الحشة الأولى للنبات وضمن مستوى تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات N%100 كانت قيم الوزن الرطب أعلى من بقية مستويات التسميد على اختلاف مستويات الرّي ضمنها, فبلغت قيم الوزن الرطب تحت تأثير مستوى ري كامل I%100 ومستوى تسميد آزوتي كامل N%100 قد بلغت (265 , 880 , 1658)غ خلال مراحل النمو المختلفة للحشة الأولى على التوالي, وانخفضت القيم السابقة مع انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 فأصبحت (225 , 736 , 1414)غ لنفس المراحل السابقة, ووصلت إلى (201.67 , 661.67 , 1218)غ عند مستوى التسميد الآزوتي N%0, هذا وقد نهجت مستويات التسميد الآزوتي النهج ذاته ضمن مستويا الرّي I%50 و I%25 وخلال كافة مراحل النمو السابقة أيضاً .

كما تناقصت القيم مع انخفاض مستوى الرّي أيضاً, فمن القيم التي حققها المستوى الكامل لكلا عاملي الدراسة معاً انخفضت إلى (160 , 603 , 1138)غ لمراحل النمو السابقة نفسها وعند ذات مستوى التسميد الآزوتي و لكن مع انخفاض مستوى التزود المائي إلى I%50 , لتصل القيم السابقة إلى (100, 374 , 825)غ عند انخفاض الرّي إلى I%25, وسلكت مستويات الرّي السلوك ذاته ضمن مستويا التسميد الآزوتي الآخرين في كافة مراحل الحشة الأولى .

يلاحظ من القيم السابقة أن قيم الوزن الرطب تزايدت مع التقدم بمراحل النمو, كما تناقصت عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي N%100 إلى مستوى تسميد آزوتي أدنى N%50 أو N%0 ضمن مستوى ري واحد I%100 أو I%50 أو I%25 وفي كافة مراحل النمو, والعكس صحيح فتناقصت قيم الوزن الرطب عند الانتقال من مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات إلى مستوى أدنى ضمن مستوى التسميد الواحد و خلال كافة مراحل النمو خلال الحشة الأولى .

وبالنتيجة فأنه عند توفر تسميد آزوتي يغطي كامل احتياج النبات استطاعت مستويات الرّي تحقيق قيم أعلى على اختلاف المستويات مع وجود فرق كبير بين مستويات الرّي من حيث القيمة المحققة للوزن الرطب, في حين لم تستطيع مستويات التسميد تحقيق قيم عالية للوزن الرطب تحت تأثير مستوى متدني من التزود المائي .

ومنه يلاحظ أهمية التسميد الآزوتي عند توفر كامل احتياج النبات فقط بالتفاعل مع الدور الرئيسي للتزود المائي, في حين أخذ الرّي الدور الأكبر عند انخفاض التسميد الآزوتي إلى N%50 , N%0 وكان هو العامل المحدد للوزن الرطب, وهذا يبدو جلياً بالفروق الكبيرة بين مستويات الرّي عند انخفاض مستويات

التسميد الآزوتي, وكانت الفروق بين المعاملات المدروسة باختلاف مستوياتها وفي كافة المراحل ضمن هذه الحشة معنوية عند مستوى 5%.

وفي الحشة الثانية للنبات تابعت قيم الوزن الرطب تزايدها مع التقدم بمراحل النمو للمستويات المختلفة من عاملي الدراسة وبفروق معنوية عند مستوى 5%, كما تزايدت القيم السابقة مع تزايد مستوى الرّي ضمن هذه الحشة, فبعد 80 يوم وضمن مستوى التسميد الآزوتي N%100 تزايدت قيمة الوزن الرطب من 113.33غ إلى 159غ و 271غ عند الانتقال من مستوى الرّي I%25 إلى مستويي الرّي I%50 والمستوى الذي يغطي كامل احتياج النبات من الماء I%100, وسلكت المستويات ذاتها من الرّي السلوك ذاته ضمن مستويي التسميد الآزوتي الآخرين, كما سلكت كافة المراحل السلوك ذاته وبفروق معنوية عند مستوى 5% .

أما في مستويات التسميد الآزوتي فلم تلاحظ الفروق التي وجدت بين مستويات الرّي المختلفة ولم تتواجد معنوية بين المستويات المدروسة من عامل التسميد الآزوتي في كافة مراحل النمو خلال الحشة الثانية .

و سلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته الذي سلكته الحشة الثانية .

ويوضح الجدول السابق قيم الوزن الجاف تحت التأثير التفاعلي لمستويات مختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة, ففي الحشة الأولى لنبات الفصة تزايدت قيمة الوزن الجاف في كل من المعاملات بدءاً من المرحلة الأولى للنمو وحتى المرحلة الأخيرة, وتناقصت ضمن مستوى الرّي الواحد بتناقص كمية السماد الآزوتي المضاف, كما كان الأمر ضمن مستوى التسميد الآزوتي الواحد فتناقصت مع انخفاض مستوى الرّي, فمثلا في المعاملة I%50 و N%50 بلغت قيم الوزن الجاف (30.8 , 122 , 285)غ خلال مراحل النمو المختلفة للحشة الأولى و تناقصت هذه القيم عند انخفاض الرّي إلى I%25 ضمن مستوى التسميد ذاته إلى (20 , 84 , 198)غ خلال مراحل النمو السابقة ذاتها, كما تناقصت قيم المعاملة السابقة N%50 و I%50 بتناقص مستوى التسميد الآزوتي إلى N%0 وثبات مستوى الرّي لتصل إلى (27 , 98 , 227)غ لنفس مراحل النمو السابقة وعلى التوالي. وسلكت بقية المعاملات للمستويات المختلفة من عاملي الدراسة السلوك ذاته , فتناقصت قيمة الوزن الجاف مع تناقص مستوى أحد عاملي الدراسة ضمن مستوى محدد من العامل الآخر .

ومن الجدول يلاحظ أن الفروق ضمن مستوى التسميد الآزوتي الكامل بين مستويات الرّي المختلفة أكبر منها بين مستويات التسميد الآزوتي, ففي المرحلة بعد 20 يوم بلغ الفرق بين مستويين ري I%100 و I%50 ضمن مستوى تسميد آزوتي كامل 28.2غ بينما وصل الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 , N%50 إلى 6.5غ, وسلكت الفروق السلوك ذاته في بقية المراحل ضمن الحشة الأولى, ومنه

يتضح أن تأثير عامل الرّي كان أكبر من تأثير التسميد الآزوتي, وهذا ما يبدو واضحاً من الفروق السابقة الكبيرة نسبياً بين مستويات الرّي وخلال كافة مراحل النمو, ومن جهة أخرى أنه عند انخفاض مستوى التسميد استطاع الرّي تحقيق قيم أعلى للوزن الجاف بينما لم يستطع التسميد على اختلاف مستوياتها تحقيق قيم عالية للوزن الجاف وخلال كافة مراحل النمو ممّا يؤكد أهمية الرّي على أهمية التسميد من جديد . وكانت الفروق السابقة معنوية عند مستوى 5%.

وخلال الحشة الثانية تزايدت قيم الوزن الجاف مع التقدم بمراحل النمو أيضاً ولجميع المستويات المدروسة من عاملي الدراسة, حيث تزايدت قيم الوزن الجاف من 54.13غ بعمر 80 يوم إلى 536.2غ بعمر 120 يوم في المعاملة (I%100 و N%100), كما وتزايدت من 34.91غ إلى 444.62غ ومن 28.33غ إلى 340.86غ لنفس المراحل السابقة في المعاملتين (I%50 و N%100) و(I%25 و N%100) على التوالي , وسلكت بقية المعاملات السلوك ذاته , وبفروق معنوية($P < 0.05$).

كما تناقصت قيم الوزن الجاف مع تناقص مستوى التزود المائي وبمعنوية عند مستوى 5% في حين لم تنهج هذا النهج في تناقص التسميد الآزوتي وذلك للأسباب المبينة سابقاً .وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته الذي سلكته الحشة الثانية .

كما تزايدت نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو في جميع المعاملات المدروسة بنسب مختلفة حتى مرحلة الوصول لنمو متزايد أكبر من تزايد كمية البروتين في النبات وبالتالي انخفاض البروتين كنسبة مئوية من الوزن الجاف الجدول (16) لتبدأ بعدها بالتناقص حتى آخر مرحلة مدروسة ضمن الحشة الواحدة, فبلغت نسبة البروتين في الحشة الأولى تحت مستوى التزود المائي I%100 بعمر20 يوم (12.2 , 10.2 , 8.17)% لمستويات التسميد N%100, N%50, N%0 على التوالي, ثم ازدادت لتصل إلى (22.2 , 19.35 , 16.06)% بعمر 40 يوم على التوالي للمستويات السابقة ذاتها, و تناقصت القيم السابقة لتبلغ بعمر 60 يوم (15.28 , 13.3 , 11.24)% للمستويات السابقة على التوالي, وبالمثل سلكت مستويات التسميد الآزوتي السلوك ذاته ضمن مستويي الرّي الآخرين .

يستنتج ممّا سبق تناقص نسبة البروتين مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي وخلال كافة مراحل النمو, كما وتناقصت أيضاً بانخفاض مستوى عامل الرّي وفي كافة مراحل النمو وبفروق معنوية عند مستوى 5% و أشار إلى ذلك السحيباني (2007).

بلغ الفرق في نسبة البروتين الخام بين مستويي الرّي I%100 و I%25 ضمن مستوى التسميد الآزوتي الكامل وبعمر 40 يوم (1.9) في حين بلغ الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 و N%0 ضمن مستوى الرّي الكامل وبنفس العمر (4.03), وسلكت بقية المراحل ضمن هذه الحشة السلوك ذاته .

كما يلاحظ من الجدول أن معاملة التسميد الآزوتي N%100 استطاعت تحقيق قيمة عالية للبروتين عند المستوى الأدنى من الرّي I%25 فبلغت بعمر 40 يوم 18.27% بينما لم يستطيع الرّي I%100 تحقيق قيمة عالية عند غياب التسميد الآزوتي بنفس العمر فبلغت النسبة 8.17% ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي في تحديد قيمة البروتين وخلال كافة مراحل النمو .

وفي الحشة الثانية للنبات سلكت نسب البروتين السلوك ذاته إذ تزايدت مع التقدم بمراحل النمو حتى مرحلة متوسطة من عمر النبات لتبدأ بالانخفاض بعدها حتى آخر مرحلة مدروسة من الحشة الثانية, فبلغت نسب البروتين في المعاملة (N%100 و I%100) القيم التالية (13.17 , 17.2 , 22.17 , 18.24 , 12.13)% خلال مراحل النمو في الحشة الثانية وفي المعاملة (N%100 و I%50) القيم (12.21 , 15.33 , 20.4 , 15.17 , 10.10)% وفي المعاملة (N%100 و I%25) القيم (10.71 , 13.17 , 18.13 , 13.33 , 8.13)%, وسلكت المعاملات الأخرى السلوك ذاته. وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% .

كما يبين الجدول السابق بأن نسب البروتين الخام تزايدت مع تزايد مستوى الرّي وكانت ($P < 0.05$), أما في مستويات التسميد الآزوتي فلم تلاحظ الفروق التي وجدت بين مستويات الرّي المختلفة و لم تتواجد معنوية بين المستويات المدروسة من عامل التسميد الآزوتي في كافة مراحل النمو خلال الحشة الثانية . هذا و قد سلكت نسبة البروتين الخام في الحشة الثالثة السلوك ذاته الذي سلكته الحشة الثانية .

و قد نهجت صفة محتوى الرماد الخام في نباتات الفصة نهجاً مماثلاً لصفة البروتين من حيث العلاقة مع الري و التسميد وبفروق معنوية عند مستوى 5% .

ويبين الجدول (16) نسبة الألياف الخام خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للعاملين المدروسين , فقد بلغت نسبة الألياف للمعاملة (N%100 , I%100) في الحشة الأولى لنبات الفصة المعمرة القيم التالية (8.17 , 15.41 , 17.1)% خلال مراحل النمو المختلفة, بينما بلغت عند انخفاض مستوى التسميد إلى N%50 القيم (9.3 , 16.3 , 22.32)% وعند مستوى N%0 القيم (10.37 , 17.33 , 23.32)% للمراحل السابقة على التوالي, وبالتالي فأن نسبة الألياف تزداد مع التقدم بمراحل النمو لتصل إلى أوجها في المراحل المتقدمة من عمر النبات, كما تناقصت مع زيادة كمية الأسمدة الآزوتية المضافة وخلال كافة مراحل النمو, وقد سلكت مستويات التسميد الآزوتي المختلفة تحت مستويات الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته التي سلكته تحت تأثير مستوى الرّي الكامل .

ويعود ذلك إلى تأقلم نباتات الفصة المعمرة مع المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي والرّي وتبكير النباتات في دخولها في مراحل النمو المتقدمة وبالتالي زيادة نسبة الألياف على حساب المكونات الأخرى وأكدت ذلك نتائج كل من فضيلة (1977) و السحيباني (2007) .

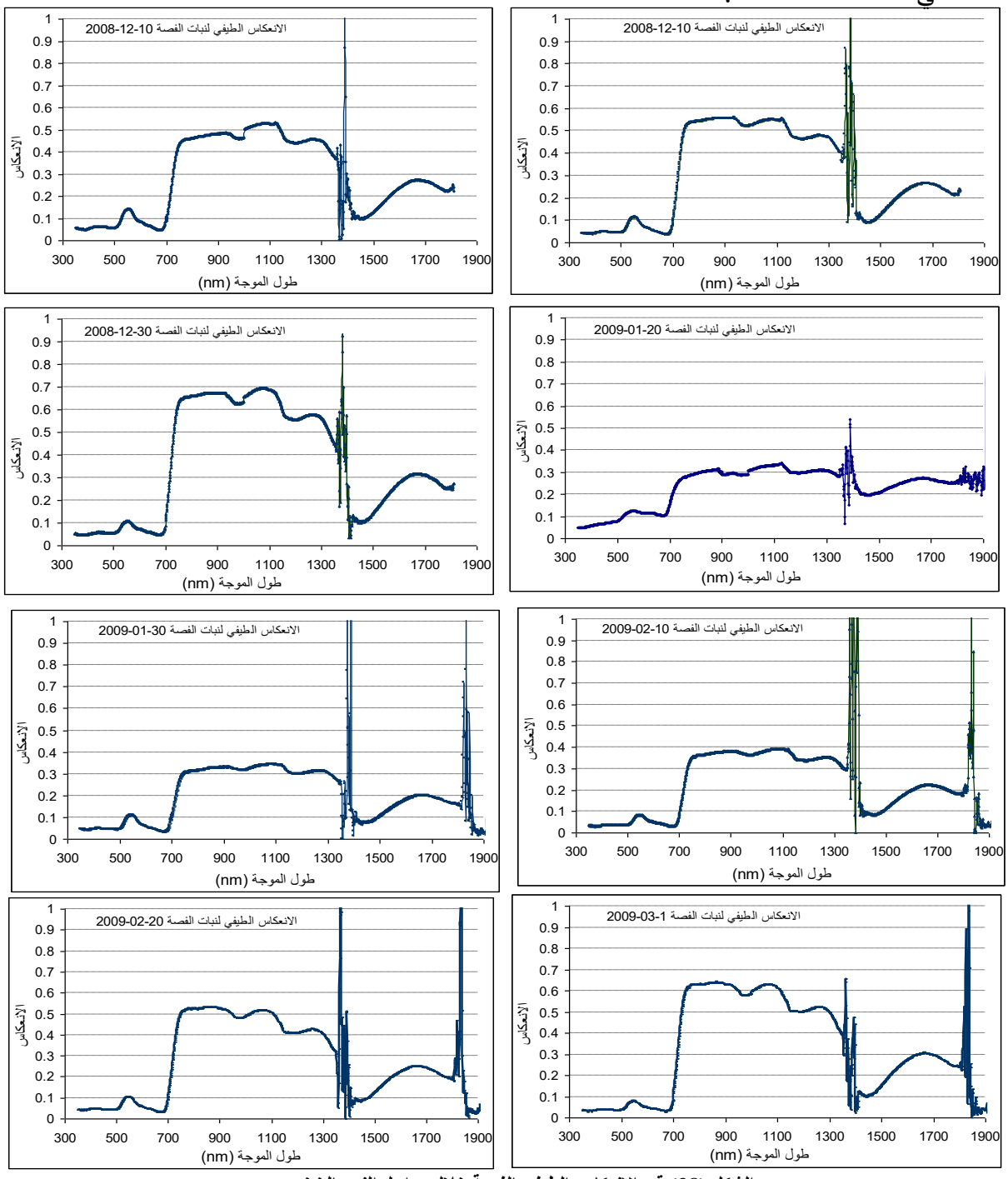
وفي الحشة الثانية للنبات سلكت نسب الألياف الخام السلوك ذاته, فتزايدت مع التقدم بمراحل النمو حتى آخر مرحلة مدروسة من الحشة الثانية. فبلغت نسب الألياف الخام في المعاملة (N%100 و I%100) القيم التالية (9.96 , 13.23 , 18.1 , 23.07 , 28.43)% خلال مراحل النمو في الحشة الثانية وفي المعاملة (N%100 و I%50) وارتفعت القيم (12.23 , 16.13 , 20.23 , 26.13 , 32.58)% وفي المعاملة (N%100 و I%25) إلى (15.11 , 18.13 , 23.13 , 32.58 , 41)% لنفس المراحل السابقة وعلى التوالي, وسلكت المعاملات الأخرى السلوك ذاته, وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية عند مستوى 5% .

كما يبين الجدول السابق بأن نسب الألياف الخام تناقصت مع تزايد مستوى عامل الرّي ($P < 0.05$), أما في مستويات التسميد الآزوتي فلم تلاحظ الفروق التي وجدت بين مستويات الرّي المختلفة و لم تتواجد معنوية ($P > 0.05$) بين المستويات المدروسة من عامل التسميد الآزوتي في كافة مراحل النمو خلال الحشة الثانية . هذا وسلكت نسبة الرماد الخام في الحشة الثالثة السلوك ذاته الذي سلكته الحشة الثانية .

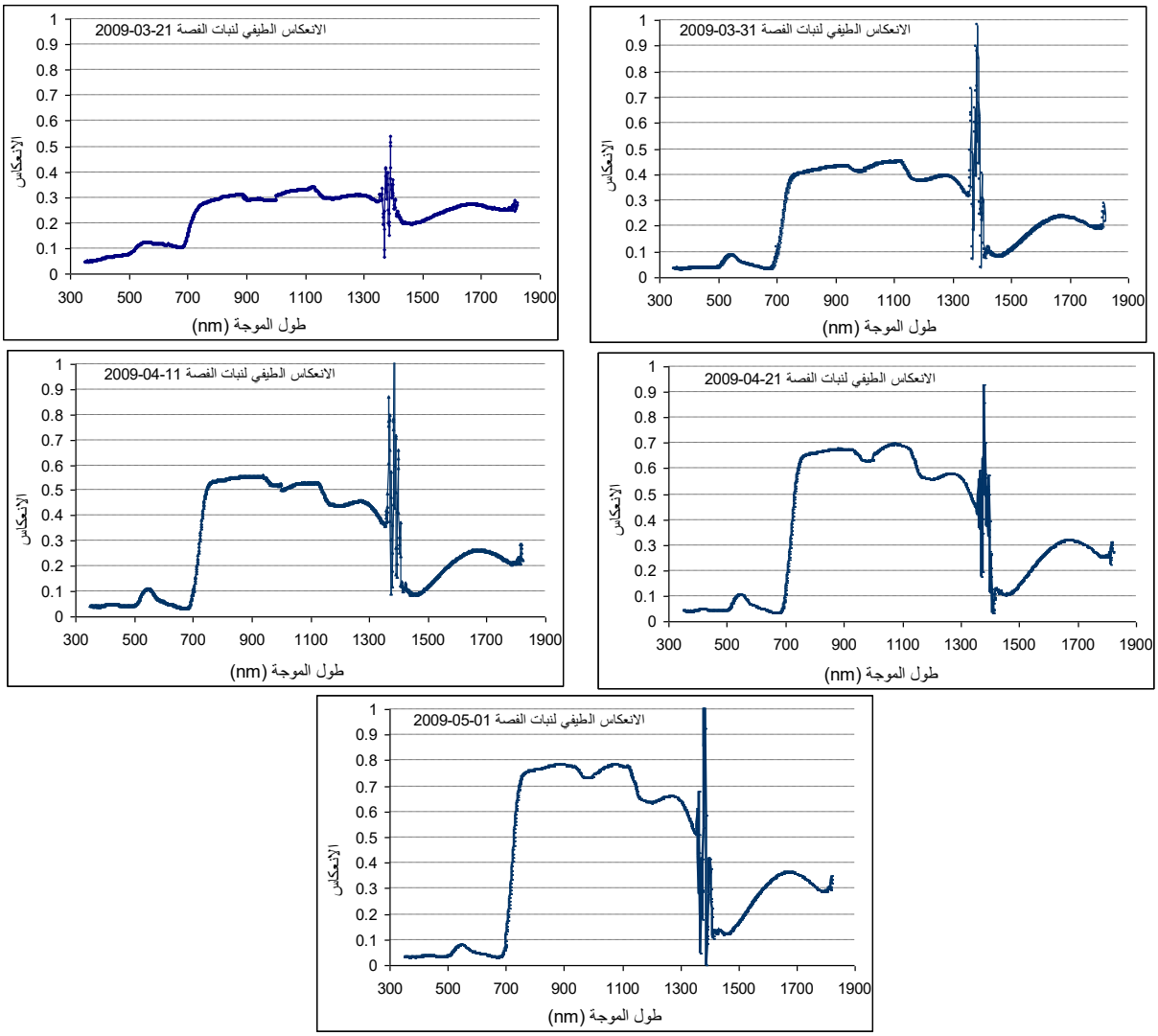
إذاً ومما سبق يستنتج أن التغيرات في مستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي قد أثرت وبشكل معنوي على جميع الصفات الخضرية والعلفية لمحصول الفصة المعمرة العلفية خلال جميع مراحل النمو ضمن الحشة الأولى للنباتات, بينما كان تأثير معاملة التزود المائي فقط ذو معنوية في الحشتين الثانية والثالثة للنبات, وقد تباين مقدار التأثر حسب العامل المدروس, إذ أن بعض الصفات تتأثر بعامل أكثر من عامل آخر إلى صفات يتباين التأثير حسب درجة التفاعل خلال مراحل النمو.

2 - المؤشرات الطيفية

يبين الشكل (38) الانعكاس الطيفي وفق المدى الموجي 350 – 2500 نانومتر بفاصل قدره 1 نانومتر لنباتات الفصة المزروعة تحت تأثير مستويات من التسميد الآزوتي والتزود المائي, كما يبين الانعكاسات الطيفية خلال جميع مراحل النمو ضمن كل حشة وفق ما يسمى الاستجابة أو البصمة الطيفية لمحصول الفصة والتي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة في الحشات الثلاث له .



الشكل (38) قيم الإنعكاس الطيفي الفصة خلال مراحل النمو الخضري



تابع الشكل (38) قيم الإنعكاس الطيفي الفصة خلال مراحل النمو الخضري

وباستخدام برنامج HySCAP 0.1 تم تحديد الأطوال الطيفية ذات التغيرات الحدية خلال مراحل النمو ومن ثم تجميع الأطوال الموجية المتشابهة السلوك والمتجاورة لنحصل على مجالات طيفية يعبر عنها بقنوات طيفية ذات مركز كما في الجدول (17)

كما تم حساب الأدلة النباتية التالية :

- دليل الفرق Diffirence Index

وفق المعادلة DI = NIR - RED والذي يوافق القنوات المستنبطة DI = λ872 - λ672

- دليل النسبة Ratio Index

وفق المعادلة RI = RED/NIR والذي يوافق القنوات المستنبطة RI = λ672/λ872

- دليل تسوية التباين الخضري الـ NDVI

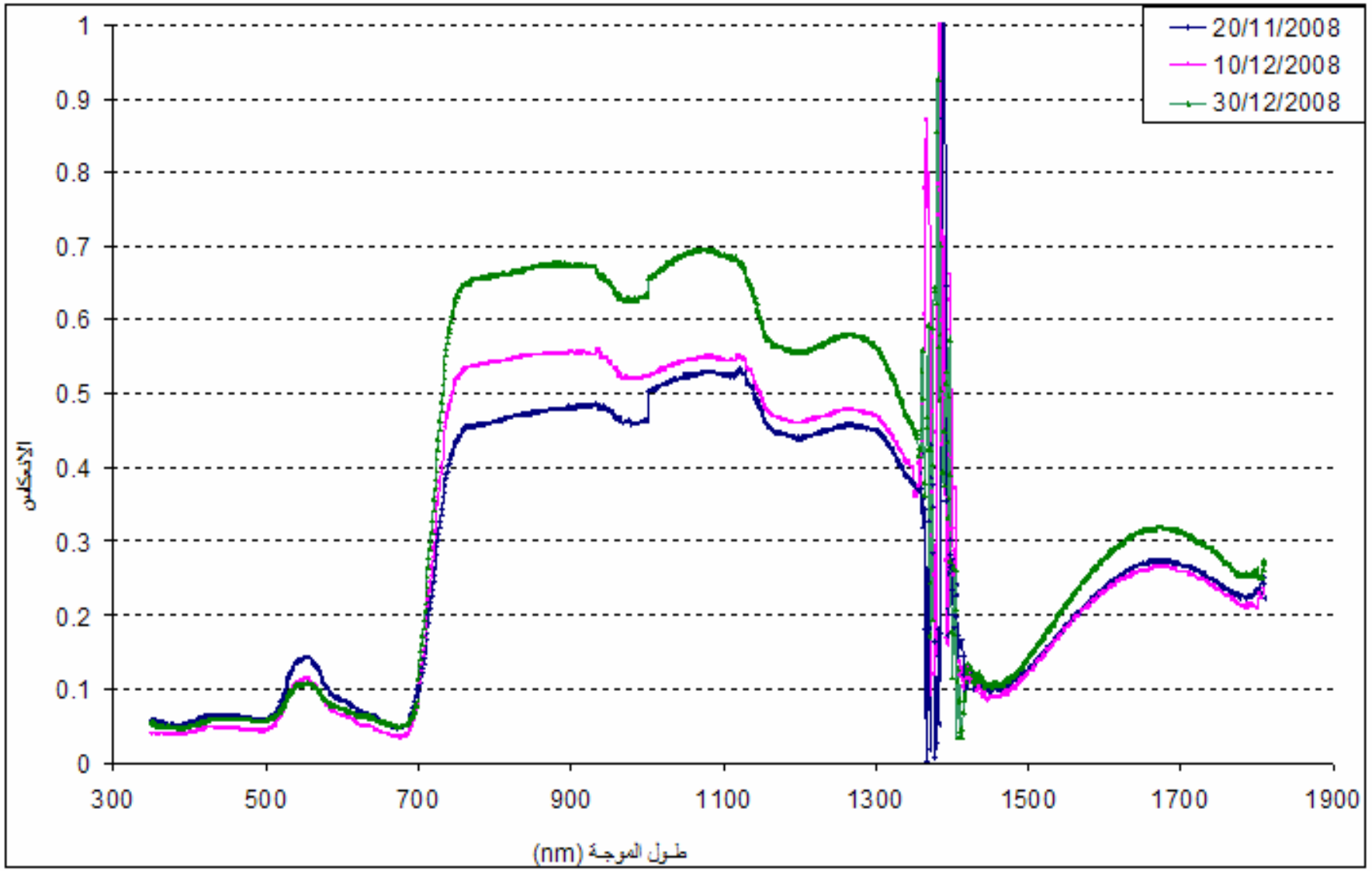
NDVI= (NIR-RED)/(NIR+RED) وفق القنوات المستنبطة

NDVI= (λ872 - λ672) / (λ872 + λ672)

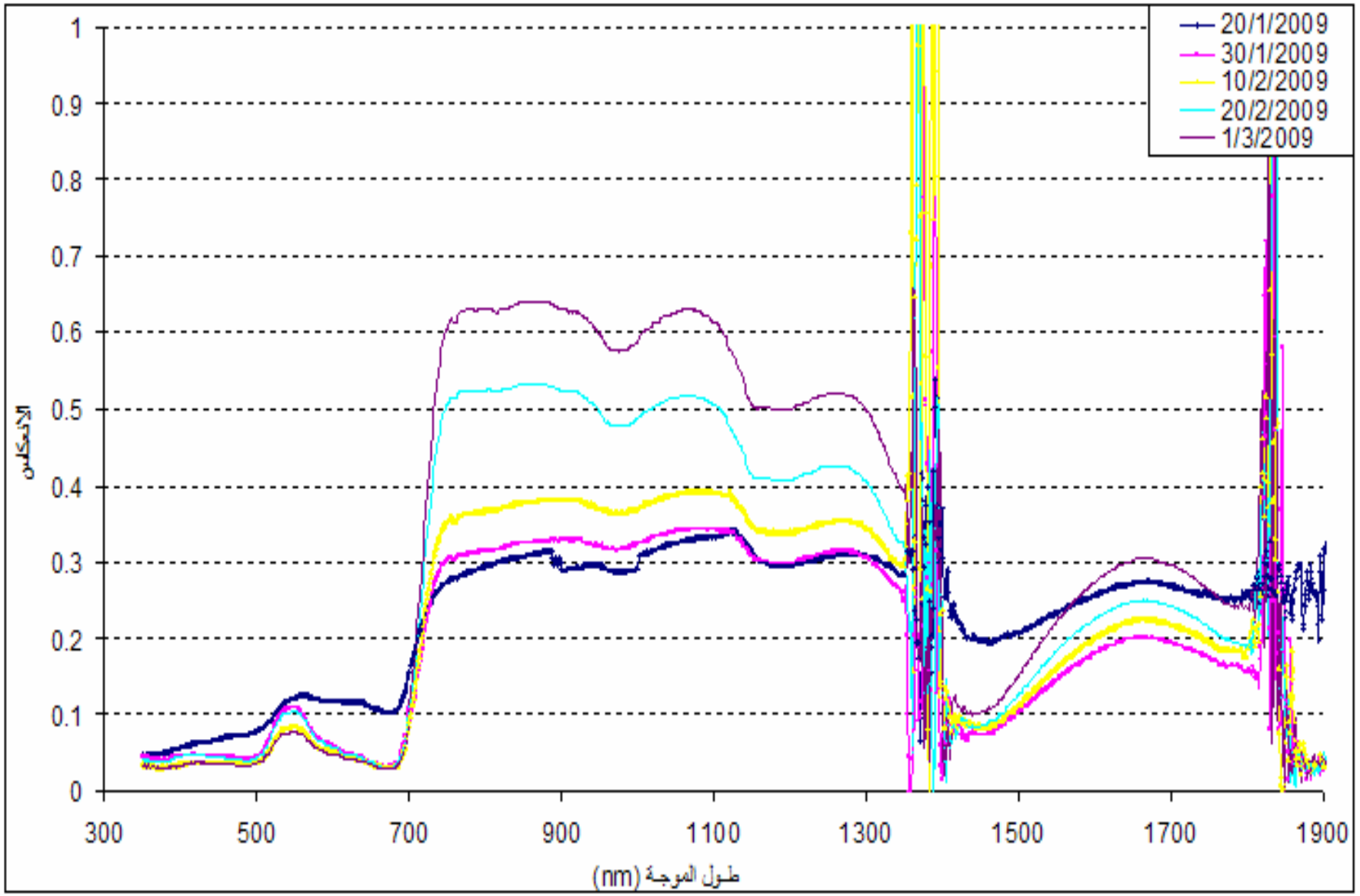
الجدول (17) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو															
القناة		1	2	3	4	5	7	7	8	9	10	11	12	13	14
مركز المجال		355	395	465	555	672	872	982	1077	1197	1275	1450	1675	2070	2285
المجال	من	350	385	450	540	660	860	970	1060	1185	1265	1440	1660	2050	2265
	إلى	360	405	480	570	685	885	995	1095	1210	1285	1460	1690	2090	2305

توضح الأشكال (39 , 40 ,41) الانعكاس الطيفي لمحصول الشعير خلال مراحل النمو المتتالية قبل كل حشة فنجد أن قيم الانعكاس في المجال المرئي قد تناقصت مع التقدم بمراحل النمو حتى مرحلة متقدمة وذلك بسبب تزايد تركيز اليخضور في النباتات وبالتالي زيادة امتصاص هذا المجال من الأشعة لاستخدامها في عملية التمثيل الضوئي .

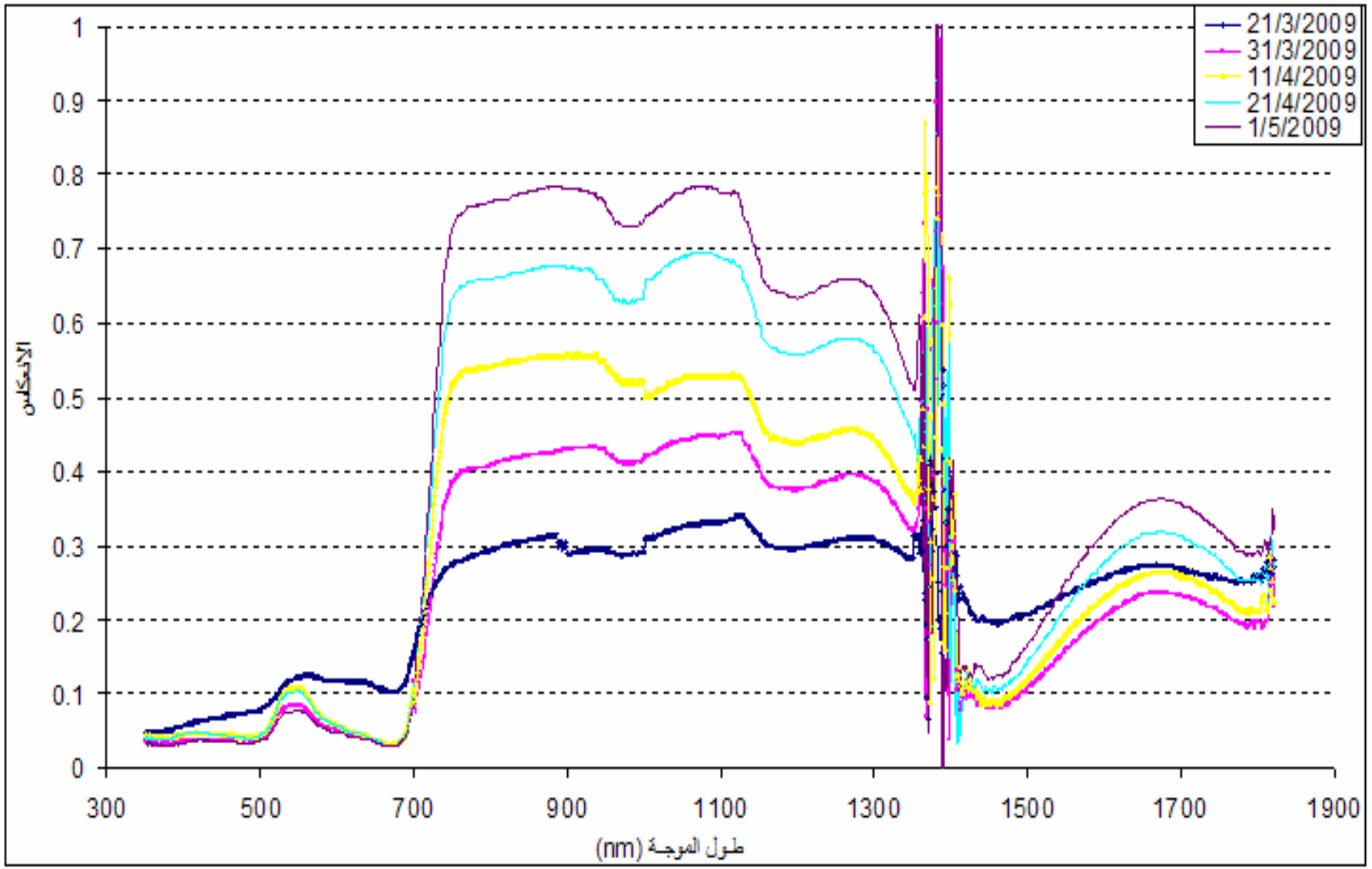
وقد سلك المجال تحت الأحمر البعيد السلوك ذاته في حين أن قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب و المتوسط قد ازدادت من بداية مراحل النمو وحتى مرحلة أوج النمو ضمن الحشة الواحدة . ويعزى ازدياد قيم الانعكاس في هذا المجال مع التقدم بالعمر إلى زيادة الكتلة الحية للنبات .



الشكل (39)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الأولى



الشكل (40)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الثانية



الشكل (41)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الثالثة

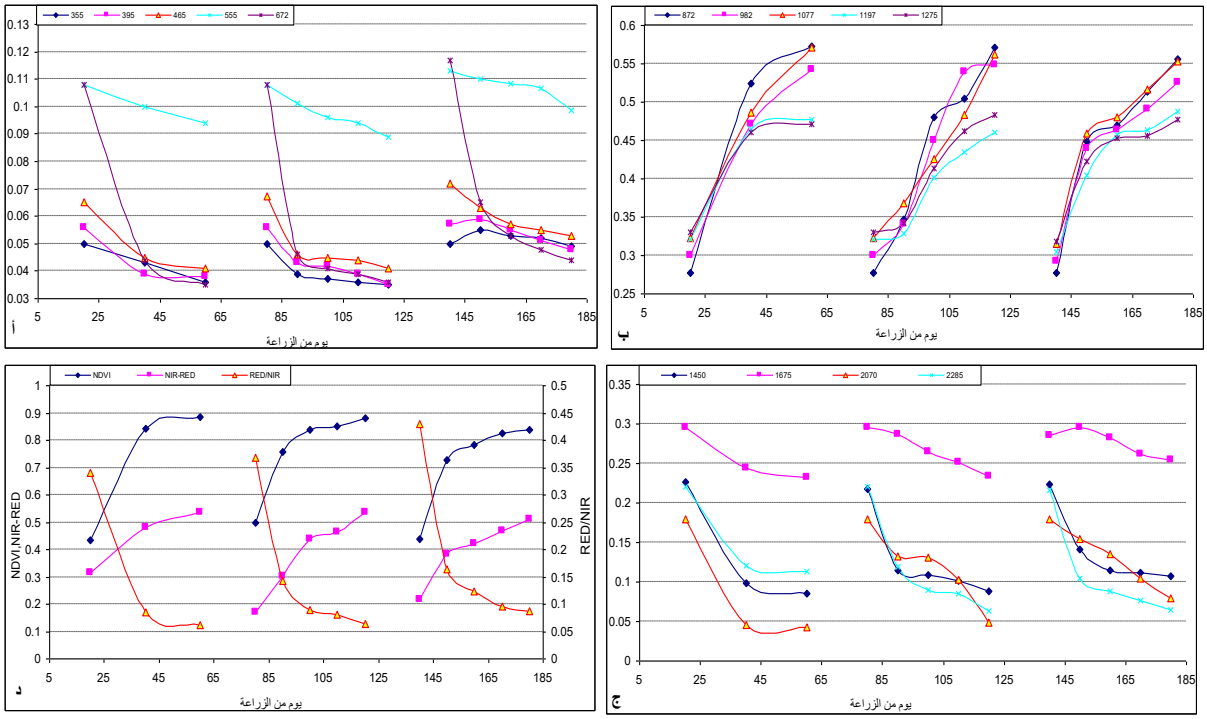
2 – 1 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو

يوضح الشكل (42) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو المختلفة من حياة نبات الفصة ولثلاث حشات متتالية. أدى عرض القنوات الطيفية التي حددت برمجياً وفق مراكز القنوات (λ355, λ395, λ465, λ555, λ672, λ872, λ982 , λ1077 , λ1197 , λ1275 , λ1450, λ1675 , 2070 λ, λ2285) والأدلة النباتية NIR-RED وRED/NIR و NDVI في منحنيات بيانية الشكل (42) إلى بيان أن هناك نوعين من الاتجاه العام في سلوك هذه القنوات خلال مراحل النمو مع الاحتفاظ بخصوصية وكمية الانعكاس المسجل لكل قناة عن غيرها, فالاتجاه الأول كان سلوك القنوات الطيفية من المجال المرئي وهي القنوات (λ355, λ395, λ465, λ555, λ672) كما في الشكل (42 – أ), والأمواج تحت الأحمر البعيدة وهي القنوات (λ1450 , λ2070 , λ2285) كما في الشكل (42 – ج), والدليل النباتي RED/NIR في الشكل (42 – د) حيث انخفضت قيم الانعكاس فيها بتقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو الخضري (بعمر 75 يوم من الزراعة تقريباً) بينما سلكت القنوات تحت الأحمر القريبة والمتوسطة القنوات (λ872 , λ982 , λ1077 , λ1197 , λ1275) كما في الشكل (42 – ب) والدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED في الشكل (42 – د) سلوكاً معاكساً حيث تزايدت بتقدم عمر النبات حتى نفس مرحلة النمو السابقة, وفيما يلي مناقشة أهم قنوات تلك المجاميع :

تناقصت قيمة المجال الطيفي (λ672) مع التقدم بمراحل النمو حتى إجراء عملية الحش الشكل (42 – أ) فضمن كل حشة بلغت قيمة هذا المجال أعلى ما يمكن في بداية النمو وأقل ما يمكن قبل إجراء عملية الحش ويعود السبب في ذلك لازدياد كمية اليخضور في النبات وبالتالي امتصاصه أكبر لهذا المجال من الأشعة وانعكاسه أقل (من اجل عملية التمثيل الضوئي كما في الشكل 36 – أ) ففي الحشة الأولى بلغت القيم (0.108 , 0.044 , 0.035) خلال مراحل النمو من عمر 20 يوم حتى عمر60 يوم بينما بلغت القيم في الحشة الثانية (0.108 , 0.046 , 0.041) من عمر 80 يوم وحتى 120 يوم, وبلغت في مراحل النمو في الحشة الثالثة (0.117 , 0.065 , 0.053 , 0.048 , 0.044) من عمر 140يوم حتى عمر180 يوم وكانت الفروق بين المعاملات معنوية ($P<0.05$)وتوافق ذلك مع (Ibrahem *et al*.,2003) على القطن.

كما يبين الشكل (42 – ب) قيم المجال الطيفي (λ872) خلال الحشات الثلاث لنبات الفصة بالمراحل المختلفة للنمو, حيث سلكت سلوكاً معاكساً للمجال السابق إذ أنه ضمن كل حشة كانت أقل قيمة للمجال في بداية النمو لتزداد وتصل أوجها قبل إجراء عملية الحش, ويعود هذا إلى ازدياد الكتلة الحية للنبات مع التقدم بعمر النبات (الشكل 36 – ب) وبالتالي ازدياد انعكاس هذا المجال, بلغت قيم هذا المجال في الحشة الأولى (0.278 , 0.525 , 0.572) من عمر 20 يوم وحتى عمر 60 يوم وتصل في الحشة الثانية إلى

(0.278 , 0.347 , 0.48 , 0.505 , 0.571) من عمر 80 يوم حتى عمر 120 يوم وقد سلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته وبفروق (P<0.05) كما حدث مع (Wiegand *et al*., 1979).



الشكل (42) قيم المؤشرات الطيفية لنباتات الفصة خلال مراحل النمو

أما بالنسبة للدليل النباتي الـ NDVI (الشكل 42 – د) فقد تزامنت أدنى قيمة له مع أدنى كتلة حية للنبات في بداية كل مرحلة من الحشات الثلاث (الشكل 36 – أ) بقيم بلغت (0.434 , 0.843 , 0.885) في مراحل النمو (20 , 35 , 60) يوم من عمر النبات (الحشة الأولى) و (0.434 , 0.757 , 0.838 , 0.852 , 0.882) لمراحل النمو (80 , 90 , 100 , 110 , 120) يوم خلال الحشة الثانية وسلكت في الحشة الثالثة نفس السلوك وبفروق (P<0.05) كما حدث مع (Bellairs *et al*., 1996).

2 – 2 – المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

يبين الجدول (18) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات وذلك تبعاً للمستويات المدروسة من الرّي والتسميد الآزوتي. فكان لكلا العاملين المدروسين الأثر الواضح مع أهمية أكبر للتسميد الآزوتي بالنسبة للمجال الطيفي (λ672) في الحشة الأولى, إذ بلغت القيم (0.60 , 0.63 , 0.65) للمستويات I%100 , I%50 , I%25 على التولي و(0.058 , 0.62 , 0.067) للمستويات N%100 , N%50 , N%0 على التولي, ومنه تزداد قيمة انعكاس هذا المجال مع تناقص مستويات كل من العاملين المدروسين, ويلاحظ أن قيمة انعكاس المجال السابق عند انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى N%0 أعلى منها عند أقل مستوى ري يعطى للنبات, كما كانت قيمة الانعكاس أقل لعامل التسميد الآزوتي منها في الرّي عند المستوى الكامل

لكلا العاملين ممّا يوضح أهمية التسميد الآزوتي في المرحلة العمرية الأولى من عمر النبات. وكانت الفروق بين المستويات المدروسة لكلا العاملين معنوية ($P<0.05$).

الجدول (18) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات وذلك تبعاً للمستويات المدروسة من الرّي والتسميد الآزوتي

المعاملات		الحشات الثلاث											
		الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3	الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3	الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3	الحشة 1	الحشة 2	الحشة 3
			λ355			λ395			λ465			λ555	
I	I%100	0.042	0.037	0.048	0.043	0.04	0.05	0.051	0.046	0.056	0.097	0.091	0.107
	I%50	0.043	0.039	0.05	0.044	0.043	0.052	0.052	0.051	0.058	0.1	0.095	0.11
	I%25	0.044	0.042	0.057	0.045	0.046	0.06	0.054	0.052	0.066	0.104	0.107	0.121
N	N%100	0.041	0.039	0.052	0.043	0.043	0.054	0.05	0.048	0.06	0.098	0.096	0.114
	N%50	0.043	0.038	0.052	0.045	0.043	0.054	0.052	0.05	0.061	0.1	0.098	0.113
	N%0	0.045	0.041	0.051	0.045	0.044	0.053	0.054	0.05	0.059	0.104	0.099	0.111
I%100	N%100	0.04	0.037	0.05	0.042	0.04	0.052	0.049	0.046	0.058	0.093	0.089	0.108
	N%50	0.042	0.036	0.046	0.045	0.039	0.048	0.051	0.046	0.056	0.097	0.089	0.105
	N%0	0.043	0.038	0.047	0.043	0.04	0.05	0.052	0.046	0.055	0.1	0.095	0.107
I%50	N%100	0.041	0.038	0.051	0.043	0.042	0.054	0.051	0.049	0.059	0.098	0.093	0.116
	N%50	0.043	0.037	0.051	0.045	0.043	0.053	0.052	0.051	0.059	0.099	0.095	0.108
	N%0	0.045	0.04	0.048	0.045	0.044	0.05	0.054	0.052	0.056	0.104	0.097	0.107
I%25	N%100	0.041	0.042	0.056	0.044	0.045	0.058	0.052	0.05	0.065	0.101	0.105	0.118
	N%50	0.045	0.042	0.059	0.045	0.046	0.062	0.054	0.053	0.067	0.105	0.109	0.126
	N%0	0.047	0.044	0.057	0.048	0.047	0.059	0.057	0.053	0.067	0.106	0.106	0.119
LSD 5%		0.0001	0.005	0.004	0.001	0.005	0.006	0.001	0.004	0.007	0.0011	0.0045	0.0064
			λ672			λ872			λ982			λ1077	
I	I%100	0.06	0.049	0.059	0.486	0.48	0.518	0.465	0.475	0.499	0.497	0.479	0.518
	I%50	0.063	0.054	0.063	0.46	0.439	0.438	0.437	0.445	0.426	0.46	0.433	0.453
	I%25	0.065	0.06	0.074	0.429	0.389	0.387	0.411	0.387	0.382	0.425	0.385	0.4
N	N%100	0.058	0.051	0.066	0.475	0.441	0.459	0.458	0.439	0.445	0.476	0.432	0.469
	N%50	0.062	0.054	0.067	0.458	0.435	0.448	0.434	0.432	0.437	0.458	0.436	0.459
	N%0	0.067	0.057	0.064	0.442	0.432	0.435	0.42	0.436	0.425	0.448	0.43	0.442
I%100	N%100	0.055	0.046	0.061	0.503	0.487	0.507	0.497	0.479	0.489	0.522	0.488	0.52
	N%50	0.061	0.049	0.059	0.481	0.469	0.542	0.453	0.46	0.523	0.475	0.468	0.545
	N%0	0.063	0.051	0.058	0.475	0.483	0.504	0.445	0.487	0.486	0.493	0.48	0.487
I%50	N%100	0.059	0.05	0.062	0.476	0.436	0.47	0.444	0.442	0.454	0.461	0.427	0.473
	N%50	0.062	0.053	0.068	0.452	0.444	0.423	0.437	0.453	0.413	0.467	0.448	0.441
	N%0	0.066	0.057	0.059	0.452	0.437	0.421	0.429	0.441	0.41	0.451	0.424	0.444
I%25	N%100	0.06	0.056	0.075	0.445	0.399	0.4	0.434	0.396	0.391	0.447	0.379	0.414
	N%50	0.064	0.06	0.073	0.441	0.392	0.38	0.413	0.384	0.375	0.43	0.39	0.39
	N%0	0.07	0.064	0.075	0.4	0.377	0.381	0.386	0.381	0.379	0.399	0.385	0.396
LSD 5%		0.0012	0.003	0.0026	0.001	0.045	0.052	0.001	0.026	0.036	0.01	0.033	0.032
			λ1197			λ1275			λ1450			λ1675	
I	I%100	0.46	0.424	0.458	0.444	0.45	0.473	0.13	0.117	0.125	0.242	0.253	0.267
	I%50	0.418	0.392	0.397	0.419	0.41	0.405	0.135	0.125	0.137	0.256	0.269	0.279
	I%25	0.385	0.353	0.351	0.4	0.36	0.368	0.144	0.141	0.157	0.274	0.277	0.319
N	N%100	0.436	0.389	0.41	0.452	0.411	0.422	0.132	0.13	0.142	0.244	0.272	0.294
	N%50	0.42	0.394	0.403	0.416	0.407	0.416	0.136	0.129	0.141	0.258	0.265	0.289
	N%0	0.408	0.386	0.393	0.396	0.401	0.407	0.142	0.125	0.136	0.271	0.262	0.281
I%100	N%100	0.468	0.421	0.455	0.486	0.449	0.47	0.131	0.123	0.126	0.229	0.266	0.275
	N%50	0.459	0.421	0.481	0.433	0.443	0.492	0.129	0.117	0.128	0.242	0.25	0.258
	N%0	0.453	0.43	0.438	0.414	0.456	0.457	0.13	0.111	0.122	0.255	0.244	0.267
I%50	N%100	0.433	0.385	0.419	0.443	0.411	0.426	0.129	0.126	0.138	0.244	0.272	0.291
	N%50	0.409	0.404	0.386	0.419	0.422	0.392	0.135	0.128	0.142	0.253	0.27	0.274
	N%0	0.412	0.388	0.387	0.396	0.395	0.396	0.141	0.123	0.13	0.271	0.266	0.271
I%25	N%100	0.408	0.36	0.355	0.427	0.372	0.371	0.136	0.141	0.161	0.26	0.278	0.317
	N%50	0.391	0.359	0.343	0.395	0.357	0.363	0.143	0.143	0.154	0.278	0.277	0.334
	N%0	0.357	0.34	0.354	0.378	0.353	0.369	0.154	0.139	0.156	0.286	0.277	0.306
LSD 5%		0.001	0.025	0.042	0.01	0.032	0.041	0.012	0.0068	0.0074	0.01	0.0045	0.0062

تابع الجدول (18) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات وذلك تبعاً للمستويات المدروسة من الرّي والتسميد الآزوتي

		λ2070			λ2285			NDVI			NIR-RED		
I	I%100	0.085	0.107	0.125	0.145	0.109	0.107	0.741	0.791	0.765	0.426	0.431	0.458
	I%50	0.089	0.119	0.126	0.152	0.113	0.119	0.725	0.763	0.727	0.397	0.385	0.375
	I%25	0.094	0.132	0.141	0.157	0.123	0.143	0.695	0.704	0.656	0.364	0.33	0.313
N	N%100	0.086	0.119	0.132	0.145	0.117	0.126	0.75	0.77	0.721	0.417	0.39	0.394
	N%50	0.089	0.121	0.134	0.15	0.114	0.122	0.721	0.754	0.713	0.395	0.381	0.382
	N%0	0.093	0.118	0.127	0.159	0.114	0.122	0.691	0.734	0.714	0.376	0.375	0.371
I%100	N%100	0.087	0.102	0.12	0.154	0.108	0.105	0.874	0.777	0.764	0.411	0.432	0.446
	N%50	0.083	0.108	0.124	0.137	0.113	0.107	0.836	0.807	0.757	0.447	0.441	0.446
	N%0	0.086	0.111	0.132	0.144	0.106	0.111	0.513	0.79	0.773	0.42	0.42	0.483
I%50	N%100	0.099	0.133	0.137	0.164	0.124	0.145	0.896	0.68	0.646	0.33	0.314	0.306
	N%50	0.09	0.128	0.145	0.152	0.124	0.15	0.848	0.726	0.663	0.386	0.343	0.325
	N%0	0.093	0.135	0.14	0.155	0.121	0.134	0.507	0.706	0.661	0.376	0.332	0.307
I%25	N%100	0.092	0.118	0.123	0.158	0.109	0.115	0.884	0.745	0.732	0.385	0.38	0.362
	N%50	0.087	0.12	0.126	0.145	0.114	0.12	0.845	0.776	0.744	0.417	0.386	0.409
	N%0	0.089	0.119	0.13	0.152	0.115	0.121	0.434	0.766	0.704	0.389	0.391	0.355
LSD 5%		0.0011	0.0002	0.022	0.019	0.032	0.0014	0.02	0.098	0.1	0.01	0.085	0.11

		RED/NIR		
I	I%100	0.166	0.129	0.146
	I%50	0.176	0.146	0.171
	I%25	0.203	0.189	0.222
N	N%100	0.155	0.139	0.175
	N%50	0.18	0.153	0.183
	N%0	0.21	0.172	0.182
I%100	N%100	0.192	0.143	0.147
	N%50	0.142	0.115	0.152
	N%0	0.164	0.128	0.14
I%50	N%100	0.242	0.213	0.233
	N%50	0.167	0.168	0.216
	N%0	0.201	0.187	0.217
I%25	N%100	0.197	0.161	0.167
	N%50	0.157	0.134	0.157
	N%0	0.175	0.143	0.191
LSD 5%		0.001	0.025	0.042

أما في الحشة الثانية للنبات فأصبح للرّي الدور الأكبر فبلغت قيمة الأنعكاس ضمن المجال السابق (0.049 , 0.054 , 0.060) لمستويات الرّي السابقة ذاتها على التولي, بينما بلغت (0.051 , 0.054 , 0.057) لمستويات التسميد الآزوتي على التوالي, ومنه نجد ازدياد قيمة انعكاس المجال الطيفي (λ672) بانخفاض مستويات العاملين المدروسين, حيث وصلت قيمة انعكاس المجال الطيفي السابق إلى أعلى قيمة لها عند أدنى مستوى ري وأدنى قيمة لها عند مستوى الرّي الكامل, كما كانت الفروق في قيم انعكاس المجال الطيفي (λ672) بين مستويات الرّي كانت أعلى منها بين مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يدل على أن تأثير الرّي في الحشة الثانية كان أكبر من تأثير عامل التسميد الآزوتي في تحديد قيمة انعكاس المجال الطيفي (λ672). ويعزى ذلك إلى أن النبات قد ثبت الآزوت الجوي بواسطة العقد الآزوتية الموجودة على الجذور ممّا يقلل أهمية التسميد الآزوتي في المراحل التالية. ولم تصل الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي لدرجة المعنوية عند مستوى 5%, في حين أن الفروق بين مستويات الرّي قد وصلت لدرجة المعنوية عند نفس مستوى الدلالة كما حصل مع (Thenkabail *et al*., 1994).

كما سلكت الحشة الثالثة سلوك الثانية مع وضوح كبير لعامل الرّي وتناقص دور عامل التسميد الآزوتي هذا وقد سلكت المجالات الطيفية (λ555 , λ465 , λ395 , λ355) السلوك ذاته في الحشات الثلاث .

كما يبين الجدول السابق قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) حيث أبدى الرّي الأثر الأكبر في الحشات الثلاث, ففي الحشة الأولى بلغت قيمة المجال الطيفي السابق (0.486 , 0.46 , 0.429) لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التولي و(0.475 , 0.458 , 0.442) لمستويات التسميد N%100 , N%50 , N%0 على التولي, ومنه يستنتج أن قيمة الانعكاس لهذا المجال تزداد مع زيادة كمية مياه الرّي وكمية السماد الآزوتي المضافة وبفروق معنوية عند مستوى 5% .

ويتضح أن الفروق بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) في مستويات الرّي والفروق في مستويات التسميد إضافة إلى القيمة الأعلى التي حققها مستوى الرّي الكامل والقيمة الأدنى التي حققها المستوى I%25 أن لعامل الرّي دوراً أهم من عامل التسميد الآزوتي ويعزى ذلك إلى ازدياد الكتلة الحية والوزن الرطب للنبات (الجدول 15) و بالتالي ازدياد قيمة الانعكاس لهذا المجال .

وفي الحشة الثانية ازدادت أهمية عامل الرّي وانخفض تأثير عامل التسميد الآزوتي وذلك لأن النبات استطاع الاستفادة من الآزوت الجوي بواسطة العقد الآزوتية لتزداد هذه الأهمية بشكل كبير في الحشة الثالثة مع انخفاض تأثير عامل التسميد الآزوتي فبلغت قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) في الحشة الثالثة (0.387 , 0.438 , 0.518) لمستويات الرّي I%25 , I%50 , I%100 على التوالي وبفروق معنوية عند مستوى 5%, بينما بلغت في مستويات التسميد N%0 , N%50 , N%100 القيم (0.435 , 0.448 , 0.459) على التوالي دون الوصول لدرجة المعنوية عند المستوى السابق, وبالتالي يتضح أثر الرّي على التسميد الآزوتي .

هذا وقد سلكت المجالات (λ982 , λ1077 , λ1197 , λ1450 , λ1675 , λ2070 , λ2285) السلوك المماثل بينما تفوقت قيم انعكاس المجال الطيفي (λ1275) في التسميد الآزوتي للحشة الأولى على الرّي وسلك سلوك المجالات السابقة في الحشة الثالثة والثانية .

كما يوضح الجدول السابق قيم دليل الغطاء النباتي للـ NDVI تبعاً للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين, فخلال الحشة الأولى كان لكلا العاملين الأثر المتقارب إذ بلغت قيمة الدليل (0.741 , 0.725 , 0.695) لمستويات الرّي I%100 , I%50 , I%25 على التوالي, و (0.75 , 0.721 , 0.691) لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي. و يلاحظ من القيم السابقة انخفاض قيمة الدليل مع انخفاض مستوى كلا العاملين المدروسين أيضاً .

أما خلال الحشة الثانية ازدادت أهمية الرّي وبلغت قيمة الدليل (0.791 , 0.763 , 0.704) لمستويات الرّي السابقة على التوالي, بينما انخفض تأثير عامل التسميد الآزوتي لتصل القيم إلى (0.39 , 0.381 , 0.375) للمستويات السابقة على التوالي . وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته للحشة الثانية.

ويعود سبب انخفاض قيمة الدليل مع انخفاض مستويات العاملين المدروسين إلى انخفاض الكتلة الحية للنبات (الجدول 15) وبالتالي انخفاض انعكاس الأشعة تحت الحمراء. وكانت الفروق بين مستويات الرّي معنوية عند مستوى 5% في الحشات الثلاث, في حين لم تصل لدرجة المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي إلاّ في الحشة الأولى لمستوى الدلالة السابق .

كما سلك الدليل NIR – RED سلوك الدليل النباتي الـ NDVI ذاته في الحشات الثلاث .

أما بالنسبة للدليل RED/NIR فإن للتسميد الآزوتي تأثيراً أكبر من الرّي في الحشة الأولى وذلك لأن النبات كان قد استفاد من السماد الآزوتي المضاف لتكوين الكتلة الحية التي تستطيع جذورها تثبيت الآزوت الجوي فيما بعد, فبلغت قيم هذا الدليل في الحشة الأولى (0.166 , 0.176 , 0.203) لمستويات الرّي الثلاث على التوالي, و(0.155 , 0.180 , 0.210) لمستويات التسميد الآزوتي على التوالي, أي ازدياد قيمة الدليل مع انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين, فقد كانت أعلى قيمة له عند أدنى مستوى تسميد آزوتي وأدنى قيمة له عند مستوى تسميد آزوتي كامل ممّا يدل على أهمية التسميد الآزوتي خلال المراحل الأولى من عمر النبات .

وفي الحشة الثانية لنبات الفصة قلّت أهمية التسميد الآزوتي وازدادت أهمية الرّي فكانت قيمة الدليل عند مستويات الرّي الثلاث (0.129 , 0.146 , 0.189), بينما بلغت (0.172 , 0.153 , 0.172) لمستويات التسميد, وبالتالي يلاحظ أن الفروق كانت واضحة بين مستويات التسميد الآزوتي وكذلك بين مستويات الرّي المختلفة, لكنها كانت أكبر بقليل بين مستويات الرّي مما يرجح أهمية الرّي على التسميد خلال هذه الحشة, وقد سلكت سلوك الحشة الأولى من حيث زيادة قيمة الدليل مع انخفاض مستوى الري و التسميد الآزوتي .

أما في الحشة الثالثة فقد ازداد الفرق بين مستويات الرّي المختلفة وقل الفرق بين مستويات التسميد لتصبح تقريبا متماثلة ممّا يعني تفوق الرّي الواضح خلال هذه الحشة وتدني عامل التسميد الآزوتي, الذي أصبح النبات قادراً على تكوينه بواسطة العقد البكتيرية الآزوتية على جذوره في هذه المرحلة بشكل يغطي احتياجاته ويغني التربة بالآزوت .

وقد سلكت الحشة الثالثة سلوك الحشتين السابقتين من حيث ازدياد قيمة الدليل مع انخفاض كمية الرّي المضافة للنبات بينما لم تتأثر تقريباً بنقصان مستوى التسميد الآزوتي. وتدرجت الفروق بين مستويات الرّي وفق معنوية عند مستوى 5% في الحشات الثلاث, في حين لم تصل لدرجة المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي إلاّ في الحشة الأولى لمستوى الدلالة السابق .

كما يبين الجدول (18) قيم الانعكاسات الطيفية في المجالات المختلفة وقيم الأدلة النباتية خلال حياة النبات تحت التأثير التفاعلي للرّي والتسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة. ففي الحشة الأولى للنبات تزايدت قيم انعكاس المجال الطيفي (672λ) ضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 بتناقص كمية مياه الرّي المضافة بفروق معنوية عند مستوى 5%, حيث بلغت 0.063 عند مستوى ري I%100 وازدادت لتصل إلى 0.066 و 0.07 عند مستويي الرّي I%50 و I%25 على التوالي, وسلك مستوى التسميد الآزوتي N%50 و N%100 السلوك ذاته .

كما تناقصت قيمة انعكاس المجال الطيفي لنفس المجال بازدياد كمية السماد الآزوتي ضمن مستوى الرّي الواحد وبفروق معنوية عند مستوى 5%, فبلغت 0.07 عند مستوى ري I%25 ومستوى تسميد آزوتي N%0 وانخفضت لتصل إلى 0.06 عند ازدياد مستوى التسميد الآزوتي إلى N%100, وكذلك كان الأمر بالنسبة لمستويي الرّي الآخرين. أي أنه ضمن مستوى التسميد الآزوتي الواحد كانت قيم الانعكاس الطيفي للمجال السابق متقاربة بين مستويات الرّي المدروسة, بينما ازداد الفرق عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي لآخر, مما يعني أن تأثير السماد الآزوتي أكبر من تأثير الرّي في تحديد قيمة الانعكاس لهذا المجال خلال الحشة الأولى, ويعود ذلك إلى الأثر الأكبر للتسميد الآزوتي على تركيز اليخضور في النبات (الجدول 15) والذي يزيد من امتصاص هذا المجال الطيفي .

أما في الحشة الثانية للنبات فقد تقلصّت أهمية التسميد الآزوتي لتزداد أهمية الرّي, الذي أصبح له الدور الرئيس في تحديد قيم المجال السابق, إذ بلغت قيمته في الحشة الثانية تحت تأثير مستوى الرّي I%100 القيم (0.046 , 0.049 , 0.051) لمستويات التسميد الآزوتي المختلفة N%100 , N%50 , N%0 على التوالي, وتزايدت هذه القيم مع تناقص كمية مياه الرّي إلى I%50 (0.05 , 0.053 , 0.57) و (0.056 , 0.06 , 0.064) عند مستوى ري I%25 لمستويات التسميد السابقة وعلى التوالي. ويعزى ذلك إلى أن النبات قد ثبت الآزوت الجوي بواسطة العقد الآزوتية الموجودة على الجذور وبالتالي قلّت أهمية التسميد الآزوتي .

كما سلكت الحشة الثالثة سلوك الثانية مع وضوح كبيرلعامل الرّي بالمقارنة عامل التسميد الآزوتي. ممّا سبق يتضح تزايد قيمة انعكاس المجال الطيفي (672λ) مع تناقص كمية مياه الرّي أيضاً وخلال الحشات الثلاث. وبلغت الفروق بين مستويات الرّي درجة المعنوية عند مستوى 5% في الحشتين الأخيرتين, بينما لم تصل إلى حد المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي لنفس الحشتين .

هذا وقد سلكت المجالات الطيفية (λ555 , λ465 , λ395 , λ355) السلوك ذاته في الحشات الثلاث كما كان الأمر في الدليل النباتي RED/NIR.

ويبين الجدول (18) قيم الانعكاس الطيفي (872λ) تحت التأثير التفاعلي للمعاملتين المدروستين خلال حياة النبات, ففي الحشة الأولى للنبات وضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 ازدادت قيمة الانعكاس في هذا المجال بازدياد مستوى الرّي فبلغت القيمة 0.4 عند مستوى ري I%25 و 0.45 عند مستوى I%50 و 0.475 عند مستوى I%100, وعند الانتقال إلى مستوى تسميد آزوتي N%100 ازدادت القيم السابقة فبلغت (0.445 , 0.476 , 0.503) لنفس مستويات الرّي على التوالي, أي تزداد قيم الانعكاس الطيفي (872λ) مع تزايد كمية مياه الرّي أيضاً, و منه نجد انه عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي إلى مستوى أعلى ازدادت قيمة الانعكاس في هذا المجال زيادة بسيطة بينما ازدادت بنسبة أكبر عند زيادة مستوى الرّي, فكان الفرق في قيم المجال بين مستويي ري كبير نسبيا, ومنه يستنتج الأثر الكبير لكمية مياه الرّي المضافة في تحديد قيم الانعكاس في المجال السابق, ويعود ذلك لأهمية الرّي في زيادة الكتلة الحية (الجدول 15) وتأثير الأخيرة على قيم الانعكاس في هذا المجال .

أما في الحشة الثانية للنبات فقد تقلّصت أهمية عامل التسميد الآزوتي بشكل واضح, إذ أصبحت القيم متقاربة جداً عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي لآخر لتزداد أهمية الرّي في تحديد قيم انعكاس المجال السابق, إذ بلغت قيمته في الحشة الثانية تحت تأثير مستوى الرّي I%100 القيم (0.487 , 0.469 , 483) لمستويات التسميد الآزوتي المختلفة N%100 , N%50 , N%0 على التوالي, وتناقصت هذه القيم مع تناقص كمية مياه الرّي إلى I%50 (0.436 , 0.444 , 0.437) و(0.399 , 0.392 , 0.377) عند مستوى ري I%25 لمستويات التسميد السابقة على التوالي. كما سلكت الحشة الثالثة سلوك الثانية مع وضوح كبير لأهمية الرّي وتناقص دور التسميد الآزوتي. وكانت الفروق بين مستويات الرّي معنوية ($P<0.05$) في الحشات الثلاث, في حين لم تصل لدرجة المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي إلاّ في الحشة الأولى لمستوى الدلالة السابق .

هذا وقد سلكت المجالات (λ982 , λ1077 , λ1197, λ1275 , λ1450 , λ1675 , λ2070 , λ2285) السلوك ذاته .

ويوضح الجدول السابق قيم الدليل النباتي NDVI أيضاً تبعاً للتأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي خلال حياة النبات. ففي الحشة الأولى للنبات وضمن مستوى تسميد آزوتي N%0 بلغت قيم الدليل (0.434 , 0.507 , 0.513) لمستويات الرّي I%25 , I%50 , I%100, ووصلت إلى (0.884 , 0.896 , 0.874) عند مستوى N%100, أي أنه في حال غياب التسميد الآزوتي لم يستطع الرّي تحقيق قيم عالية للدليل السابق في حين أن السّماد الآزوتي حقق قيم عالية للدليل عند أدنى مستوى من الرّي, وبالتالي يتضح أهمية السماد الآزوتي عن الرّي في هذه المرحلة مع الإشارة لأهمية الرّي عند المستوى

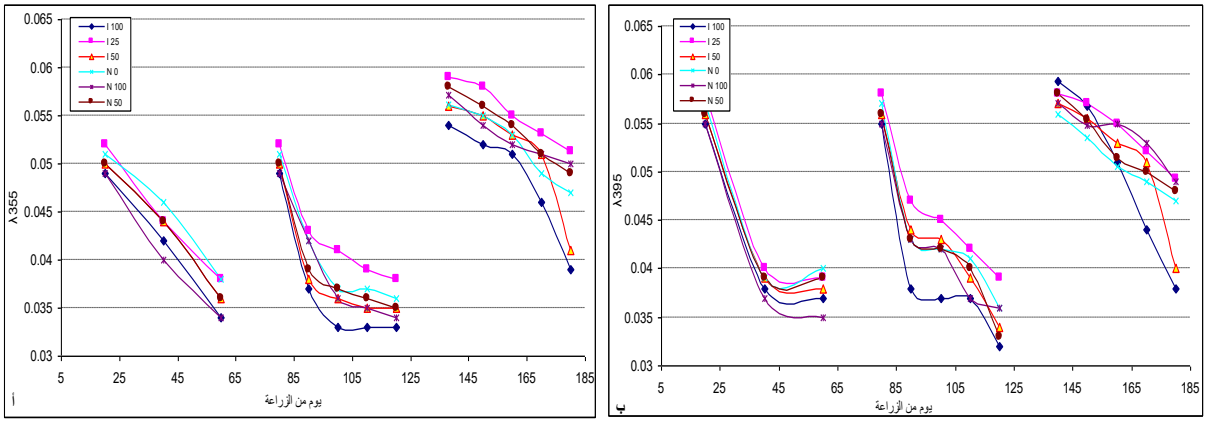
الكامل ويعود سبب انخفاض قيمة الدليل مع انخفاض مستويات العاملين المدروسين إلى انخفاض الكتلة الحية للنبات (الجدول 16) وبالتالي انخفاض انعكاس الأشعة تحت الحمراء .

أما في الحشة الثانية لنباتات الفصة فقد تقلص دور التسميد الآزوتي وتزايدت أهمية الرّي إذ بلغت قيم الدليل عند المستوى الكامل من الرّي القيم (0.777 , 0.807 , 0.79) لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 , N%0 على التوالي و(0.68 , 0.726 , 0.706) و(0.745 , 0.776 , 0.766) للمستويات السابقة من التسميد الآزوتي وعند مستويي الرّي I%50 , I%25 على التوالي, ولم تتواجد فروق معنوية بين مستويات التسميد في حين سجلت الفروق بين مستويات الرّي المختلفة دلالة احصائية عند مستوى 5%. وكانت الفروق بين مستويات الرّي معنوية ($P<0.05$) في الحشات الثلاث, في حين لم تصل لدرجة المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي إلاّ في الحشة الأولى لمستوى الدلالة السابق .

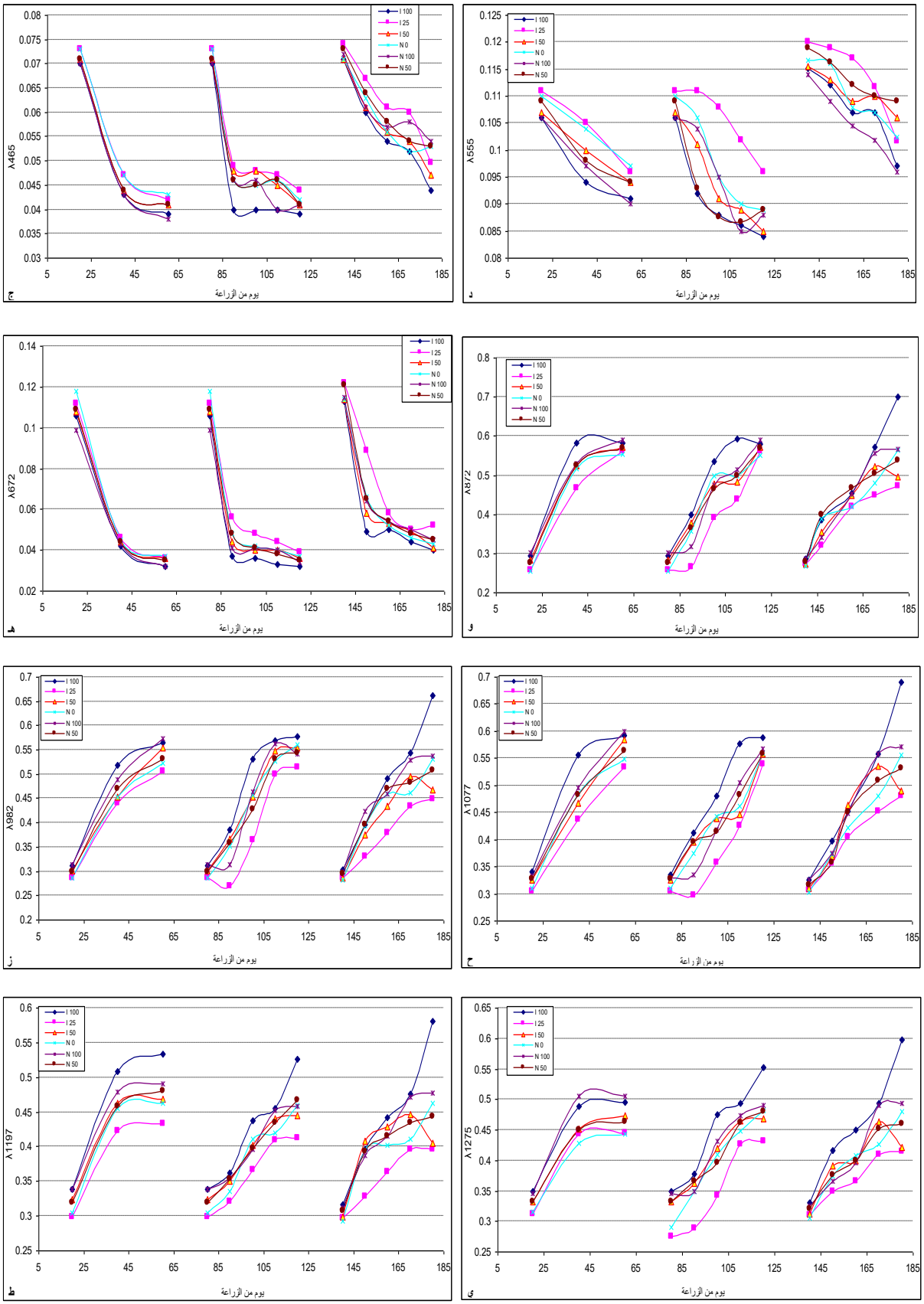
وقد سلك الدليل النباتي NIR-RED سلوك الدليل النباتي السابق ذاته .

2 – 3 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميد الآزوتي

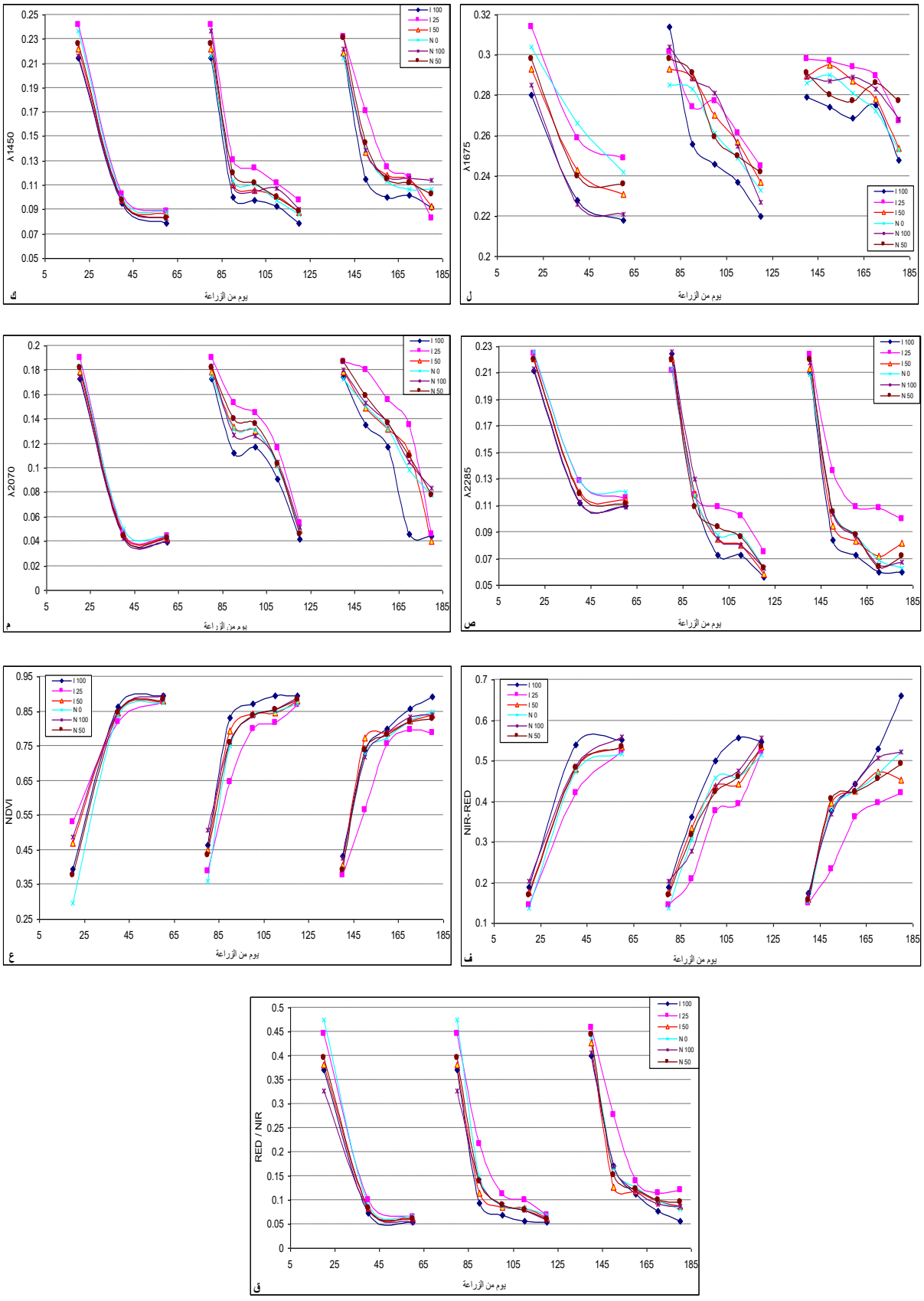
يبين الشكل (43) قيم المؤشرات الطيفية وقيم الأدلة النباتية خلال مراحل النمو المختلفة, وذلك تبعاً للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين. فبالنسبة للمجال الطيفي (λ672) في الحشة الأولى (الشكل 43 – هـ) تزايدت قيمته بانخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين فبلغت قيم المجال عند مستوى ري I%100 القيم التالية (0.106 , 0.042 , 0.32) خلال مراحل النمو المتتالية على التوالي, بينما بلغت عند مستوى ري I%50 (0.108 , 0.044 , 0.036) وعند مستوى ري I%25 القيم (0.112 , 0.46 , 0.036) لنفس مراحل النمو السابقة على التوالي .



الشكل (43) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميدالآزوتي



تابع الشكل (43) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميدالآزوتي



تابع الشكل (43) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الرّي والتسميدالآزوتي

كما بلغت قيم المجال السابق عند مستوى تسميد آزوتي N%100 خلال هذه الحشة القيم (0.099 , 0.43 , 0.032) و(0.109 , 0.044 , 0.035) و(0.118 , 0.045 , 0.037) تحت مستويي التسميد الآزوتي N%50 و N%0 خلال مراحل النمو السابقة .

ويعزى تزايد قيمة انعكاس المجال الطيفي السابق مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين إلى انخفاض الكتلة الحية للنبات وبالتالي انخفاض كمية اليخضور مع تناقص كمية الأسمدة الآزوتية ومياه الرّي وبالتالي انخفاض كمية امتصاص الأشعة الساقطة ضمن المجال السابق فيزداد الانعكاس. ونجد أن القيم السابقة متقاربة بين كل من الرّي والتسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة وإن الفروق كانت متقاربة ممّا يدل على أهمية كل من العاملين في تحديد قيمة هذا المجال مع أفضلية لعامل التسميد ضمن هذه الحشة. كما تناقصت قيمة انعكاس هذا المجال مع التقدم بمراحل النمو وذلك لازدياد كمية اليخضور مع التقدم بالعمر وبالتالي زيادة امتصاص هذا المجال وقلّة انعكاسه. وبلغت الفروق بين المستويات المدروسة حد المعنوية عند مستوى 5% متفقاً بذلك مع (Tucker *et al*., 1981).

سلكت الحشة الثانية سلوك الحشة الأولى من حيث ازدياد قيمة المجال مع انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين وانخفاضه مع التقدم بالعمر. وتزايد تأثير الرّي على حساب عامل التسميد الآزوتي فبلغ الفرق بين مستويي الرّي I%100, I%25 بعمر 90 يوم(0.019) بينما كان الفرق بين مستويي التسميد الآزوتي N%100 , N%0 بنفس المرحلة (0.007) وكانت الفروق معنوية بين مستويات الرّي المختلفة بينما لم تبلغ حد المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي. وسلكت بقية المراحل ضمن هذه الحشة الأمر ذاته ممّا يدل على تفوق الرّي بمستوياته المختلفة على عامل التسميد الآزوتي الذي تضاءل دوره وذلك لقدرة النبات على الاستفادة من الآزوت الجوي بواسطة العقد الآزوتية في جذوره .

هذا وقد سلكت الحشة الثالثة سلوك الحشتين الأولى والثانية ولكن بانخفاض كبير لتأثير التسميد الآزوتي في هذه الحشة وزيادة تأثير الرّي الذي أصبح أساسا في تحديد قيمة هذا المجال .

وسلكت المجالات الطيفية (λ555 , λ465 , λ 395 , λ355 , λ1450 , λ1675 , λ2070 , λ2285) الأشكال (43 – أ – ب – ج – د – ك – ل – م – ص) السلوك ذاته الذي سلكه المجال (λ672) خلال مراحل النمو المختلفة. كما سلك الدليل النباتي RED\NIR الشكل (43 - ف) سلوك هذه المجالات خلال مراحل النمو المختلفة .

ويبين الشكل (43 – و) قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) خلال مراحل النمو المختلفة للحشات الثلاث وذلك تبعاً لتأثير كل من الرّي والتسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة, ففي الحشة الأولى للنبات بلغت قيم هذا المجال عند مستوى ري I%100 (0.294 , 0.582 , 0.583) خلال المراحل المختلفة للحشة الأولى على التوالي و(0.284 , 0.525 , 0.571) عند مستوى I%50 لنفس المراحل السابقة و(0.257 ,

0.468 , 0.562) للمراحل السابقة عند مستوى I%25 على التوالي. كما بلغت قيمة هذا المجال (0.302 , 0.53 , 0.591) تحت مستوى تسميد آزوتي N%100 و(0.277 , 0.526 , 0.57) و(0.255 , 0.518 , 0.554) لمستويي التسميد N%50 و N%0 على التوالي خلال نفس المراحل السابقة بفروق معنوية بين المستويات المدروسة من العاملين المدروسين .

ويعزى ذلك لتأثير الرّي على الكتلة الحية وازديادها مع زيادة كمية مياه الرّي ومع تقدم مراحل النمو, والعلاقة الطردية القوية بين الكتلة الحية وقيم انعكاس المجال الطيفي (872λ), وبالمقارنة مع قيم الوزن الرطب (الشكل 37 - ب) يلاحظ أن ازدياد انعكاس هذا المجال قد ترافق مع زيادة في الكتلة الحية

ومن القيم السابقة يلاحظ التأثير المتقارب لكلا العاملين المدروسين خلال المراحل المختلفة مع أهمية أكبر للتسميد الآزوتي في بعض المراحل, ممّا يعني أهمية كلا العاملين في تحديد قيمة هذا المجال وخلال كافة مراحل النمو .

أما في الحشة الثانية, فقد تقاربت القيم بين مستويات التسميد الآزوتي المختلفة وتباعدت بين مستويات الرّي, ممّا يدل على زيادة أهمية الرّي وتقلص أهمية التسميد الآزوتي, فقد بلغ الفرق بين مستويي الرّي I%100, I%25 بعمر 90 يوم (0.132) بينما وصل بين مستويي التسميد الآزوتي بنفس العمر (0.037), وقد سلكت بقية المراحل السلوك ذاته, حيث بلغت الفروق بين مستويات الرّي المختلفة درجة المعنوية عند مستوى دلالة 5%, في حين لم تبلغ درجة المعنوية بين مستويات التسميد الآزوتي. كما تزايدت قيمة المجال السابق مع التقدم بمراحل النمو وتتناقص عند الانتقال من مستوى ري أو تسميد آزوتي إلى مستوى أدنى وذلك للأسباب المذكورة سابقاً .

وتضاءلت أهمية التسميد الآزوتي كثيرا في الحشة الثالثة ليزداد تأثير الرّي الذي أصبح واضحاً ومحدداً لقيمة هذا المجال ضمن هذه الحشة فبلغ الفرق بين مستويي الرّي السابقين بعمر 150 يوم (0.252) وبفروق معنوية عند مستوى 5%, بينما بلغ بين مستويي التسميد الآزوتي لنفس العمر (0.011) ولم تبلغ حد المعنوية الإحصائية, ممّا يعني انخفاض كبير لدور التسميد الآزوتي في هذه المراحل, كما كانت هذه الحشة قد سلكت سلوك الحشة الثانية والأولى فازدادت قيمة المجال مع التقدم بالعمر وتناقصت عند الانتقال من مستوى ري إلى مستوى أدني بينما لم تكن الفروق ملحوظة في مستويات التسميد الآزوتي وذلك للأسباب ذاتها .

كما سلكت المجالات الطيفية (982λ , 1077λ , 1197λ , 1275λ) الأشكال (43 – ز – ح – ط – ي) السلوك ذاته للمجال (872λ) خلال مراحل النمو كافة, وسلك الدليل النباتي NIR-RED السلوك ذاته أيضاً الشكل (43 - ق) كما حصل مع (Tucker *et al*., 1973 ; 1975).

ويبين الشكل (43 - ع) تغير قيم الدليل النباتي NDVI خلال مراحل النمو تحت تأثير المستويات المختلفة من للعاملين المدروسين, حيث تزايدت قيمة الدليل مع تقدم مراحل النمو في المعاملتين المدروستين بمستوياتهما المختلفة حتى مرحلة أوج النمو لتتناقص بعد ذلك. فتزايدت قيمة الدليل في الحشة الأولى تحت تأثير مستوى الرّي الذي يلبي كامل احتياج النبات على الشكل التالي (0.189 , 0.539 , 0.551) من عمر 20 يوم حتى عمر 60 يوم, كما سلك مستوى الرّي I%50 السلوك نفسه فازدادت القيمة من (0.176 , 0.481 , 0.535) خلال مراحل النمو في الحشة الأولى ذاتها, وسلك مستوى الرّي I%25 السلوك نفسه. أمّا بالنسبة لمعاملة التسميد الآزوتي فقد سلكت السلوك نفسه الذي سلكته معاملة الرّي, ازدادت قيمة الدليل من قيمة 0.203 بعمر 20 يوم إلى 0.559 بعمر 60 يوم تحت تأثير مستوى تسميد آزوتي N%100, كما سلك مستوى N%50 السلوك ذاته حيث أنه بنفس المرحلتين السابقتين ازدادت القيمة من 0.168 إلى 0.535 للمرحلتين السابقتين, وكذلك كان الأمر بالنسبة لمستوى N%0 .

ويلاحظ مما سبق أنه بانخفاض مستوى الرّي كانت قيمة الدليل NDVI تتناقص حيث بلغت 0.539 عند مستوى I%100 بعمر 40 يوم وانخفضت لتصل إلى مستوى 0.481 و0.442 تحت مستوى ري I%50, I%25 لنفس المرحلة السابقة, وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته. وبفروق معنوية عند مستوى 5% وخلال كافة مراحل النمو .

ويتضح ممّا سبق أيضاً أن انخفاض قيمة الدليل بانخفاض مستوى التسميد الآزوتي حيث أنه بعمر 40 يوم تناقصت قيمة الدليل من 0.488 إلى 0.483 و 0.473 لمستويات التسميد الآزوتي N%100 , N%50 و N%0 على التوالي. ولم تبلغ الفروق حد المعنوية عند مستوى 5% .

تحققت أعلى قيمة الـ NDVI تحت مستوى الرّي الكامل بالإضافة إلى أن أقل قيمة هي تحت المستوى الأدنى من الرّي, وبالتالي يمكن القول أن تأثير عامل الرّي أكبر من تأثير عامل التسميد الآزوتي ويعود هذا للعلاقة الطردية بين الدليل والكتلة الحية للنبات التي سجّلت منحنى مشابه من حيث الازدياد مع التقدم بمراحل النمو(شكل 37 - ب) بينما لم تتواجد فروق بين المستويات المدروسة من السماد الآزوتي, وسلكت الحشة الثانية والثالثة سلوك الحشة السابقة وبفروق معنوية فقط بين مستويات الرّي كعامل أساسي في تحديد قيمة هذا الدليل. كما سلك الدليل النباتي NIR-RED سلوك مماثل لسلوك دليل الغطاء النباتي الـNDVI الشكل (43 – ف) .

2 - 4 – المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للرّي والتسميد الآزوتي

يبين الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الفصة المعمرة تحت التأثير التفاعلي للـمستويات المختلفة للـعاملين المدروسين خلال مراحل النمو المختلفة, فتناقصت قيمة انعكاس للمجال الطيفي (λ672) خلال

الحشة الأولى للنبات التقدم بمراحل النمو من (0.097) إلى (0.29) للمعاملة I%100, N%100 عند التقدم بالعمر من 20 إلى 60 يوم ومن (0.107) إلى (0.033) عند انخفاض مستوى التسميد الآزوتي إلى N%50 للمراحل السابقة ذاتها ومن(0.113) إلى (0.034) عند مستوى التسميد الآزوتي N%0 للمراحل السابقة ذاتها وعلى التوالي .

ويعود سبب التناقص في قيمة انعكاس المجال السابق إلى ازدياد كمية اليخضور (الجدول 16) مع التقدم بمراحل النمو و ازدياد امتصاص الأشعة ضمن هذا المجال الطيفي لاستخدامها في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تنخفض قيمة انعكاسه. وسلكت قيم الانعكاس في مستويي الرّي الآخرين السلوك ذاته .

كما يوضح الجدول السابق تزايد قيمة المجال (λ672) عند انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين فازدادت القيمة من (0.097) إلى (0.113) عند الانتقال من مستوى تسميد آزوتي كامل N%100 إلى مستوى 0% تحت مستوى ري يغطي كامل احتياج النبات I%100 بعمر 20 يوم, كما ازدادت القيمة من (0.99) إلى (0.117) عند الانتقال من مستوى ري كامل إلى مستوى ري I%50 عند مستويي التسميد السابقين وبنفس المرحلة السابقة, وازدادت القيمة من (0.1) إلى (0.124) عند الانتقال إلى مستوى ري I%25 لمستويي التسميد السابقين وبنفس المرحلة السابقة, وسلكت المراحل كافة ضمن هذه الحشة السلوك ذاته. ويعزى ارتفاع قيمة انعكاس المجال (λ672) مع انخفاض مستوى العاملين المدروسين إلى انخفاض كمية اليخضور (الجدول 2) وبالتالي يقل امتصاص الأشعة ضمن هذا المجال وازداد الانعكاس .

كما يلاحظ من الجدول أيضا أن الفرق بين مستويي التسميد N%100, N%0 تحت مستوى ري كامل بعمر 20 يوم كان قد بلغ (0.016), بينما كان بين مستويي الرّي I%100, I%25 تحت مستوى تسميد كامل وبنفس العمر قد بلغ (0.003), وبالتالي يوجد تقارب بالفروق و القيم التي حققها كل من مستويات الرّي والتسميد الآزوتي مع أفضلية أكبر لعامل التسميد الآزوتي, ممّا يدل على أهمية التأثير التفاعلي للعاملين في تحديد قيمة هذا المجال مع أهمية اكبر لعامل التسميد في المراحل الأولى من عمر النبات. وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية احصائية عند مستوى 5% .

سلكت الحشة الثانية سلوك الحشة الأولى, فتناقصت قيمة المجال مع التقدم بمراحل النمو المختلفة كما ازدادت عند انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين, ولكن انخفضت أهمية التسميد الآزوتي في هذه المرحلة, ففي عمر 70 يوم كان الفرق بين مستويي التسميد السابقين تحت تأثير مستوى الرّي الكامل قد بلغ (0.006) ولم يصل لحد المعنوية($P>0.05$), بينما كان الفرق بين مستويي الرّي تحت تأثير مستوى التسميد الكامل لنفس العمر قد بلغ (0.020) و بوجود معنوية عند مستوى دلالة 5%, وسلكت بقية المعاملات و المراحل ضمن هذه الحشة السلوك ذاته. ويعزى انخفاض تأثير التسميد الآزوتي لقدرة النبات

على تثبيت الآزوت الجوي بواسطة العقد البكتيرية الموجودة على جذور النباتات, والاستفادة منه, لذا لم تكن إضافة الأسمدة الآزوتية ذو تأثير على حياة النبات في هذه الحشة .

هذا وكان التأثير التفاعلي في الحشة الثالثة مشابهاً للحشة الثانية .

وسلكت المجالات الطيفية (λ555 , λ465 , λ395 , λ355 , λ1450 , λ1675 , λ2070 , λ2285) والدليل النباتي RED/NIR السلوك ذاته للموجة λ672 .

الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الفصة المعمرة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين خلال مراحل النمو المختلفة

المعاملات		يوم من الزراعة												
		20	40	60	80	90	100	110	120	140	150	160	170	180
							λ355							
I %100	N %100	0.048	0.039	0.033	0.048	0.04	0.032	0.033	0.033	0.048	0.055	0.053	0.052	0.041
	N% 50	0.048	0.042	0.034	0.048	0.033	0.034	0.034	0.032	0.052	0.05	0.051	0.042	0.035
	N% 0	0.05	0.044	0.036	0.05	0.039	0.034	0.032	0.032	0.048	0.053	0.049	0.044	0.042
I% 50	N %100	0.048	0.042	0.034	0.048	0.038	0.036	0.036	0.034	0.05	0.051	0.051	0.053	0.047
	N% 50	0.049	0.043	0.036	0.049	0.032	0.036	0.034	0.035	0.051	0.057	0.053	0.051	0.042
	N% 0	0.052	0.046	0.037	0.052	0.043	0.036	0.036	0.036	0.05	0.056	0.053	0.049	0.035
I% 25	N %100	0.051	0.039	0.035	0.051	0.047	0.04	0.035	0.035	0.052	0.057	0.051	0.057	0.062
	N% 50	0.051	0.046	0.039	0.051	0.037	0.042	0.04	0.039	0.049	0.06	0.057	0.06	0.07
	N% 0	0.053	0.047	0.04	0.053	0.044	0.042	0.041	0.04	0.052	0.056	0.056	0.056	0.065
LSD 5%		0.005	0.010	0.005	0.005	0.018	0.01	0.008	0.01	0.016	0.017	0.017	0.018	0.021
							λ395							
I %100	N %100	0.054	0.038	0.035	0.054	0.043	0.038	0.035	0.032	0.054	0.061	0.054	0.05	0.039
	N% 50	0.055	0.04	0.038	0.055	0.036	0.037	0.038	0.029	0.059	0.057	0.051	0.04	0.033
	N% 0	0.056	0.035	0.039	0.056	0.034	0.037	0.039	0.034	0.054	0.062	0.049	0.042	0.041
I% 50	N %100	0.056	0.037	0.035	0.056	0.043	0.043	0.035	0.034	0.056	0.056	0.056	0.054	0.045
	N% 50	0.056	0.041	0.039	0.056	0.043	0.045	0.04	0.033	0.058	0.063	0.053	0.051	0.04
	N% 0	0.056	0.038	0.041	0.056	0.046	0.043	0.041	0.035	0.056	0.062	0.051	0.049	0.034
I% 25	N %100	0.057	0.038	0.036	0.057	0.043	0.044	0.041	0.042	0.06	0.056	0.056	0.056	0.062
	N% 50	0.058	0.037	0.04	0.058	0.049	0.045	0.041	0.038	0.056	0.06	0.063	0.06	0.069
	N% 0	0.058	0.045	0.039	0.058	0.048	0.047	0.044	0.039	0.058	0.054	0.062	0.054	0.067
LSD 5%		0.003	0.005	0.006	0.006	0.006	0.003	0.004	0.005	0.008	0.009	0.009	0.008	0.010
							λ465							
I %100	N %100	0.068	0.042	0.037	0.068	0.045	0.041	0.037	0.039	0.068	0.059	0.056	0.06	0.046
	N% 50	0.07	0.042	0.039	0.07	0.04	0.04	0.04	0.039	0.076	0.064	0.055	0.045	0.039
	N% 0	0.071	0.044	0.041	0.071	0.036	0.04	0.043	0.039	0.068	0.056	0.052	0.05	0.048
I% 50	N %100	0.071	0.043	0.038	0.071	0.047	0.047	0.04	0.04	0.071	0.057	0.057	0.056	0.053
	N% 50	0.071	0.045	0.041	0.071	0.046	0.048	0.049	0.041	0.073	0.064	0.056	0.055	0.046
	N% 0	0.072	0.045	0.043	0.072	0.051	0.048	0.045	0.042	0.07	0.062	0.054	0.052	0.041
I% 25	N %100	0.071	0.045	0.039	0.071	0.046	0.05	0.043	0.043	0.077	0.067	0.057	0.059	0.063
	N% 50	0.073	0.046	0.043	0.073	0.052	0.049	0.048	0.043	0.071	0.064	0.064	0.064	0.074
	N% 0	0.074	0.051	0.045	0.074	0.051	0.046	0.049	0.045	0.074	0.072	0.062	0.056	0.07
LSD 5%		0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.006	0.007	0.003	0.011	0.010	0.009	0.009	0.014
							λ555							
I %100	N %100	0.103	0.092	0.085	0.103	0.09	0.087	0.078	0.086	0.111	0.105	0.112	0.112	0.1
	N% 50	0.106	0.091	0.093	0.106	0.078	0.089	0.09	0.083	0.114	0.111	0.108	0.108	0.083
	N% 0	0.107	0.099	0.094	0.107	0.107	0.089	0.088	0.084	0.107	0.12	0.101	0.101	0.107
I% 50	N %100	0.107	0.096	0.092	0.107	0.1	0.091	0.083	0.084	0.115	0.104	0.113	0.125	0.123
	N% 50	0.107	0.097	0.092	0.107	0.097	0.091	0.092	0.086	0.112	0.12	0.11	0.094	0.105
	N% 0	0.108	0.107	0.098	0.108	0.107	0.091	0.092	0.085	0.108	0.117	0.106	0.111	0.092
I% 25	N %100	0.108	0.102	0.093	0.108	0.123	0.108	0.095	0.093	0.118	0.12	0.104	0.12	0.13
	N% 50	0.112	0.107	0.097	0.112	0.105	0.112	0.12	0.097	0.115	0.128	0.12	0.128	0.139
	N% 0	0.113	0.106	0.099	0.113	0.105	0.104	0.108	0.099	0.116	0.11	0.117	0.11	0.143
LSD 5%		0.013	0.010	0.016	0.013	0.028	0.008	0.010	0.012	0.018	0.017	0.019	0.022	0.033

تابع الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الفصة المعمرة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين خلال مراحل النمو المختلفة

							λ672							
I %100	N %100	0.097	0.04	0.029	0.097	0.033	0.037	0.034	0.029	0.112	0.048	0.052	0.049	0.042
	N% 50	0.107	0.043	0.033	0.107	0.038	0.036	0.031	0.033	0.116	0.053	0.05	0.04	0.037
	N% 0	0.113	0.043	0.034	0.113	0.039	0.036	0.034	0.034	0.113	0.045	0.049	0.043	0.042
I% 50	N %100	0.099	0.043	0.034	0.099	0.036	0.039	0.042	0.035	0.105	0.055	0.054	0.048	0.045
	N% 50	0.107	0.043	0.036	0.107	0.049	0.039	0.037	0.034	0.13	0.06	0.053	0.053	0.042
	N% 0	0.117	0.045	0.038	0.117	0.046	0.043	0.042	0.038	0.108	0.057	0.051	0.045	0.036
I% 25	N %100	0.1	0.045	0.034	0.1	0.053	0.047	0.042	0.039	0.128	0.089	0.055	0.052	0.049
	N% 50	0.112	0.045	0.036	0.112	0.056	0.048	0.046	0.037	0.117	0.081	0.06	0.05	0.055
	N% 0	0.124	0.048	0.04	0.124	0.06	0.048	0.045	0.041	0.122	0.096	0.057	0.049	0.052
LSD 5%		0.011	0.005	0.006	0.018	0.012	0.005	0.010	0.005	0.022	0.013	0.008	0.009	0.013
							λ872							
I %100	N %100	0.315	0.596	0.598	0.315	0.372	0.546	0.607	0.598	0.285	0.585	0.416	0.585	0.663
	N% 50	0.297	0.569	0.578	0.297	0.393	0.485	0.592	0.578	0.298	0.61	0.471	0.61	0.722
	N% 0	0.27	0.581	0.573	0.27	0.428	0.578	0.576	0.564	0.28	0.525	0.473	0.525	0.718
I% 50	N %100	0.3	0.529	0.599	0.3	0.344	0.456	0.481	0.599	0.282	0.416	0.478	0.608	0.567
	N% 50	0.285	0.507	0.563	0.285	0.417	0.473	0.481	0.563	0.268	0.471	0.452	0.451	0.472
	N% 0	0.266	0.539	0.551	0.266	0.371	0.506	0.49	0.551	0.27	0.473	0.413	0.504	0.446
I% 25	N %100	0.292	0.467	0.578	0.292	0.242	0.427	0.458	0.578	0.292	0.299	0.458	0.478	0.473
	N% 50	0.248	0.504	0.569	0.248	0.285	0.434	0.424	0.569	0.271	0.332	0.425	0.452	0.418
	N% 0	0.23	0.434	0.538	0.23	0.27	0.414	0.434	0.538	0.255	0.333	0.376	0.413	0.527
LSD 5%		0.039	0.08	0.05	0.07	0.05	0.09	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.09	0.16
							λ982							
I %100	N %100	0.323	0.553	0.615	0.323	0.359	0.543	0.615	0.554	0.302	0.553	0.408	0.553	0.628
	N% 50	0.313	0.498	0.548	0.313	0.381	0.488	0.548	0.567	0.312	0.58	0.462	0.58	0.681
	N% 0	0.299	0.503	0.534	0.299	0.416	0.563	0.546	0.614	0.295	0.497	0.462	0.497	0.678
I% 50	N %100	0.314	0.457	0.562	0.314	0.333	0.457	0.547	0.558	0.293	0.408	0.463	0.574	0.534
	N% 50	0.3	0.454	0.555	0.3	0.407	0.454	0.555	0.55	0.286	0.462	0.438	0.432	0.447
	N% 0	0.291	0.45	0.547	0.291	0.363	0.45	0.547	0.554	0.283	0.462	0.403	0.482	0.421
I% 25	N %100	0.304	0.457	0.542	0.304	0.248	0.39	0.524	0.515	0.304	0.31	0.423	0.463	0.453
	N% 50	0.285	0.461	0.492	0.285	0.286	0.343	0.492	0.514	0.285	0.34	0.414	0.438	0.398
	N% 0	0.269	0.406	0.485	0.269	0.274	0.358	0.485	0.516	0.269	0.343	0.385	0.403	0.496
LSD 5%		0.033	0.075	0.075	0.033	0.053	0.075	0.075	0.053	0.053	0.053	0.075	0.092	0.141
							λ1077							
I %100	N %100	0.359	0.565	0.641	0.349	0.388	0.485	0.629	0.59	0.322	0.566	0.484	0.566	0.663
	N% 50	0.339	0.509	0.577	0.339	0.415	0.421	0.577	0.591	0.338	0.612	0.452	0.612	0.714
	N% 0	0.321	0.597	0.562	0.321	0.435	0.535	0.525	0.585	0.32	0.5	0.421	0.5	0.694
I% 50	N %100	0.322	0.471	0.589	0.322	0.349	0.416	0.489	0.562	0.335	0.418	0.418	0.624	0.568
	N% 50	0.338	0.476	0.589	0.338	0.452	0.476	0.422	0.553	0.306	0.487	0.487	0.462	0.461
	N% 0	0.32	0.453	0.578	0.32	0.385	0.425	0.432	0.559	0.289	0.487	0.487	0.519	0.439
I% 25	N %100	0.318	0.453	0.569	0.318	0.27	0.357	0.401	0.55	0.319	0.335	0.445	0.484	0.485
	N% 50	0.306	0.461	0.525	0.306	0.321	0.349	0.446	0.529	0.303	0.367	0.409	0.452	0.421
	N% 0	0.289	0.402	0.506	0.289	0.301	0.368	0.431	0.537	0.3	0.362	0.36	0.421	0.535
LSD 5%		0.042	0.092	0.075	0.053	0.075	0.131	0.075	0.060	0.053	0.053	0.092	0.207	0.151
							1197							
I %100	N %100	0.354	0.505	0.546	0.354	0.336	0.436	0.462	0.515	0.314	0.479	0.442	0.479	0.559
	N% 50	0.338	0.506	0.534	0.338	0.363	0.415	0.45	0.539	0.323	0.52	0.441	0.52	0.599
	N% 0	0.323	0.515	0.521	0.323	0.386	0.46	0.457	0.524	0.309	0.428	0.443	0.428	0.585
I% 50	N %100	0.34	0.465	0.494	0.34	0.308	0.376	0.458	0.444	0.32	0.367	0.426	0.516	0.469
	N% 50	0.323	0.44	0.465	0.323	0.401	0.395	0.452	0.446	0.298	0.431	0.431	0.387	0.384
	N% 0	0.309	0.482	0.446	0.309	0.342	0.433	0.411	0.446	0.28	0.426	0.426	0.436	0.364
I% 25	N %100	0.32	0.469	0.435	0.32	0.253	0.376	0.435	0.416	0.303	0.317	0.329	0.422	0.405
	N% 50	0.298	0.429	0.445	0.298	0.295	0.384	0.403	0.415	0.3	0.335	0.336	0.396	0.346
	N% 0	0.28	0.371	0.421	0.28	0.281	0.34	0.391	0.408	0.289	0.335	0.337	0.371	0.438
LSD 5%		0.036	0.075	0.016	0.036	0.053	0.075	0.053	0.025	0.053	0.053	0.034	0.075	0.119

تابع الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الفصة المعمرة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين خلال مراحل النمو المختلفة

							λ1275							
I %100	N %100	0.362	0.551	0.545	0.362	0.351	0.501	0.481	0.549	0.329	0.497	0.452	0.497	0.574
	N% 50	0.351	0.468	0.481	0.351	0.378	0.428	0.498	0.562	0.338	0.539	0.429	0.539	0.616
	N% 0	0.333	0.446	0.462	0.333	0.401	0.495	0.503	0.549	0.324	0.444	0.468	0.444	0.602
I% 50	N %100	0.339	0.478	0.512	0.339	0.319	0.444	0.488	0.467	0.333	0.382	0.395	0.535	0.486
	N% 50	0.338	0.448	0.47	0.338	0.413	0.428	0.47	0.464	0.311	0.448	0.394	0.404	0.4
	N% 0	0.324	0.428	0.435	0.324	0.354	0.39	0.435	0.472	0.292	0.443	0.41	0.453	0.381
I% 25	N %100	0.333	0.486	0.462	0.333	0.267	0.349	0.453	0.457	0.317	0.337	0.344	0.437	0.422
	N% 50	0.311	0.433	0.442	0.311	0.307	0.333	0.419	0.413	0.314	0.355	0.375	0.41	0.363
	N% 0	0.292	0.41	0.432	0.292	0.293	0.346	0.407	0.425	0.303	0.355	0.346	0.384	0.456
LSD 5%		0.037	0.053	0.027	0.037	0.053	0.075	0.053	0.037	0.053	0.053	0.053	0.075	0.119
							λ1450							
I %100	N %100	0.209	0.1	0.084	0.221	0.11	0.094	0.107	0.084	0.206	0.114	0.101	0.111	0.098
	N% 50	0.216	0.089	0.081	0.216	0.103	0.099	0.088	0.081	0.237	0.129	0.1	0.09	0.083
	N% 0	0.221	0.095	0.073	0.209	0.087	0.101	0.086	0.073	0.208	0.102	0.099	0.107	0.096
I% 50	N %100	0.212	0.096	0.078	0.23	0.104	0.102	0.105	0.089	0.221	0.125	0.123	0.114	0.107
	N% 50	0.224	0.097	0.084	0.224	0.113	0.111	0.101	0.089	0.227	0.147	0.117	0.129	0.088
	N% 0	0.23	0.099	0.095	0.212	0.115	0.104	0.096	0.087	0.209	0.139	0.116	0.102	0.086
I% 25	N %100	0.226	0.095	0.088	0.262	0.115	0.118	0.113	0.098	0.239	0.179	0.126	0.123	0.137
	N% 50	0.237	0.106	0.085	0.237	0.142	0.126	0.111	0.098	0.228	0.159	0.127	0.117	0.14
	N% 0	0.262	0.106	0.094	0.226	0.136	0.127	0.111	0.097	0.229	0.176	0.124	0.112	0.138
LSD 5%		0.027	0.012	0.010	0.027	0.022	0.013	0.019	0.012	0.053	0.026	0.009	0.018	0.025
							1675							
I %100	N %100	0.264	0.216	0.206	0.322	0.278	0.272	0.247	0.213	0.276	0.287	0.263	0.292	0.257
	N% 50	0.284	0.227	0.217	0.315	0.246	0.226	0.231	0.232	0.293	0.277	0.23	0.273	0.217
	N% 0	0.292	0.242	0.231	0.307	0.223	0.24	0.232	0.216	0.269	0.288	0.249	0.26	0.268
I% 50	N %100	0.284	0.223	0.224	0.3	0.279	0.291	0.26	0.231	0.292	0.264	0.292	0.311	0.294
	N% 50	0.297	0.234	0.229	0.297	0.301	0.251	0.257	0.243	0.284	0.316	0.285	0.245	0.241
	N% 0	0.3	0.274	0.24	0.284	0.288	0.268	0.253	0.238	0.264	0.304	0.283	0.279	0.226
I% 25	N %100	0.307	0.239	0.233	0.292	0.307	0.294	0.257	0.239	0.3	0.308	0.313	0.308	0.354
	N% 50	0.315	0.258	0.262	0.284	0.326	0.261	0.262	0.251	0.297	0.341	0.316	0.341	0.372
	N% 0	0.322	0.282	0.253	0.264	0.338	0.277	0.263	0.244	0.297	0.278	0.312	0.278	0.364
LSD 5%		0.03	0.021	0.017	0.030	0.053	0.053	0.025	0.016	0.053	0.033	0.024	0.05	0.07
							λ2070							
I %100	N %100	0.171	0.041	0.037	0.174	0.124	0.106	0.095	0.042	0.166	0.133	0.123	0.044	0.153
	N% 50	0.173	0.044	0.04	0.173	0.114	0.136	0.092	0.038	0.192	0.152	0.116	0.046	0.154
	N% 0	0.174	0.046	0.041	0.171	0.098	0.11	0.087	0.045	0.166	0.119	0.113	0.048	0.152
I% 50	N %100	0.174	0.045	0.042	0.182	0.125	0.134	0.105	0.055	0.177	0.138	0.137	0.137	0.042
	N% 50	0.18	0.044	0.043	0.18	0.138	0.125	0.102	0.048	0.188	0.161	0.132	0.132	0.038
	N% 0	0.182	0.05	0.045	0.174	0.139	0.13	0.102	0.045	0.171	0.148	0.128	0.128	0.04
I% 25	N %100	0.182	0.044	0.043	0.196	0.131	0.138	0.115	0.06	0.196	0.188	0.151	0.133	0.055
	N% 50	0.192	0.044	0.044	0.192	0.167	0.146	0.115	0.053	0.18	0.165	0.161	0.152	0.041
	N% 0	0.196	0.054	0.046	0.182	0.159	0.152	0.117	0.053	0.183	0.186	0.156	0.119	0.042
LSD 5%		0.001	0.004	0.0014	0.0208	0.0270	0.0289	0.0158	0.0090	0.0533	0.0278	0.0183	0.0166	0.0143
							λ2285							
I %100	N %100	0.206	0.101	0.104	0.231	0.127	0.07	0.081	0.054	0.207	0.081	0.069	0.085	0.092
	N% 50	0.21	0.111	0.11	0.227	0.106	0.076	0.067	0.055	0.222	0.097	0.075	0.082	0.078
	N% 0	0.221	0.124	0.116	0.218	0.122	0.074	0.07	0.059	0.2	0.076	0.074	0.081	0.093
I% 50	N %100	0.215	0.113	0.109	0.227	0.135	0.076	0.072	0.059	0.215	0.091	0.085	0.081	0.127
	N% 50	0.222	0.12	0.113	0.222	0.114	0.099	0.083	0.059	0.219	0.101	0.082	0.097	0.106
	N% 0	0.227	0.127	0.121	0.215	0.109	0.081	0.084	0.056	0.206	0.092	0.081	0.076	0.122
I% 25	N %100	0.218	0.124	0.115	0.221	0.128	0.11	0.086	0.076	0.231	0.142	0.108	0.134	0.135
	N% 50	0.227	0.127	0.11	0.21	0.106	0.107	0.11	0.074	0.22	0.116	0.108	0.113	0.114
	N% 0	0.231	0.137	0.124	0.206	0.122	0.109	0.111	0.074	0.222	0.151	0.109	0.133	0.109
LSD 5%		0.076	0.01	0.010	0.021	0.028	0.022	0.019	0.007	0.037	0.024	0.009	0.018	0.029

تابع الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الفصة المعمرة تحت التأثير التفاعلي للمستويات المختلفة للعاملين المدروسين خلال مراحل النمو المختلفة

NDVI														
I %100	**N %100**	0.502	0.872	0.907	0.53	0.835	0.869	0.892	0.907	0.433	0.849	0.779	0.845	0.88
	N% 50	0.452	0.859	0.891	0.471	0.824	0.862	0.901	0.891	0.439	0.839	0.806	0.877	0.904
	N% 0	0.392	0.861	0.889	0.395	0.832	0.884	0.888	0.887	0.426	0.842	0.812	0.849	0.891
I% 50	**N %100**	0.465	0.848	0.893	0.502	0.809	0.842	0.839	0.889	0.455	0.766	0.798	0.852	0.849
	N% 50	0.449	0.843	0.88	0.452	0.789	0.847	0.857	0.885	0.343	0.772	0.79	0.787	0.827
	N% 0	0.388	0.846	0.871	0.392	0.781	0.839	0.843	0.871	0.419	0.786	0.778	0.832	0.847
I% 25	**N %100**	0.507	0.825	0.889	0.488	0.637	0.801	0.83	0.874	0.39	0.541	0.785	0.805	0.795
	N% 50	0.434	0.835	0.882	0.378	0.665	0.802	0.806	0.877	0.392	0.608	0.749	0.799	0.755
	N% 0	0.361	0.802	0.863	0.297	0.635	0.793	0.813	0.86	0.349	0.55	0.734	0.785	0.81
LSD 5%		0.075	0.026	0.015	0.07	0.07	0.027	0.05	0.014	0.119	0.05	0.053	0.036	0.053
NIR-RED														
I %100	**N %100**	0.218	0.555	0.568	0.218	0.339	0.508	0.573	0.568	0.173	0.537	0.365	0.536	0.621
	N% 50	0.19	0.526	0.545	0.19	0.355	0.449	0.561	0.545	0.182	0.557	0.421	0.57	0.686
	N% 0	0.157	0.538	0.54	0.157	0.389	0.543	0.542	0.531	0.167	0.48	0.424	0.482	0.676
I% 50	**N %100**	0.2	0.486	0.565	0.2	0.308	0.417	0.439	0.564	0.177	0.361	0.425	0.56	0.522
	N% 50	0.178	0.464	0.527	0.178	0.368	0.434	0.444	0.528	0.138	0.411	0.399	0.397	0.429
	N% 0	0.149	0.494	0.513	0.149	0.325	0.462	0.448	0.513	0.163	0.416	0.362	0.459	0.41
I% 25	**N %100**	0.192	0.422	0.543	0.192	0.189	0.379	0.416	0.539	0.164	0.21	0.403	0.427	0.424
	N% 50	0.137	0.459	0.534	0.137	0.229	0.386	0.378	0.532	0.154	0.251	0.365	0.401	0.364
	N% 0	0.106	0.387	0.498	0.106	0.21	0.366	0.389	0.497	0.133	0.237	0.319	0.364	0.475
LSD 5%		0.053	0.075	0.037	0.053	0.05	0.09	0.051	0.05	0.053	0.053	0.075	0.09	0.151
NIR/RED														
I %100	**N %100**	0.307	0.069	0.049	0.307	0.09	0.07	0.057	0.049	0.404	0.082	0.124	0.084	0.064
	N% 50	0.36	0.076	0.058	0.36	0.097	0.074	0.052	0.058	0.391	0.087	0.108	0.066	0.05
	N% 0	0.443	0.075	0.059	0.443	0.092	0.061	0.059	0.06	0.404	0.086	0.104	0.082	0.058
I% 50	**N %100**	0.331	0.082	0.057	0.331	0.106	0.086	0.088	0.059	0.375	0.133	0.113	0.08	0.082
	N% 50	0.377	0.085	0.064	0.377	0.118	0.083	0.078	0.061	0.493	0.129	0.117	0.119	0.096
	N% 0	0.438	0.084	0.069	0.438	0.123	0.088	0.085	0.069	0.414	0.12	0.125	0.092	0.083
I% 25	**N %100**	0.345	0.096	0.059	0.345	0.222	0.111	0.093	0.067	0.439	0.299	0.121	0.108	0.115
	N% 50	0.451	0.09	0.063	0.451	0.202	0.11	0.108	0.066	0.446	0.244	0.144	0.112	0.141
	N% 0	0.542	0.11	0.074	0.542	0.226	0.116	0.103	0.075	0.491	0.291	0.154	0.12	0.106
LSD 5%		0.07	0.02	0.01	0.07	0.05	0.02	0.006	0.008	0.130	0.04	0.03	0.02	0.05

كما يبين الجدول قيم المجال الطيفي (λ872) خلال مراحل النمو المختلفة تحت التأثير التفاعلي للرّي والتسميد الآزوتي بمستوياتهما المختلفة. فازدادت قيمة المجال (λ872) ضمن الحشة الأولى للنبات تحت تأثير مستوى الرّي الكامل I%100 من (0.315) إلى (0.598) ومن (0.297) إلى (0.578) ومن (0.270) إلى (0.573) للمستويات N%100 , N%50 , N%0 على التوالي عند الانتقال من عمر 20 يوم إلى 60 يوم, وكان لمستويي الرّي I%50 , I%25 السلوك ذاته .

وبالمقارنة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) في الجدول (19) وقيم الوزن الرطب في الجدول (15), يلاحظ أن التزايد في قيمة الانعكاس ترافق مع زيادة الوزن الرطب خلال كافة مراحل النمو ولكل المعاملات المدروسة, ممّا يدل على العلاقة الطردية القوية بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ872) وقيم الوزن الرطب. كما نجد من الجدول أن القيم التي حققها الرّي بمستوياتها المختلفة قد تقاربت مع القيم التي حققها التسميد بمستوياتها مع تأثير أكبر قليلاً لمعاملة الرّي بمستوياتها المختلفة, حيث استطاعت معاملة الرّي بغياب التسميد تحقيق قيم عالية بينما لم تستطع معاملة التسميد عند أدنى مستوى من الرّي تحقيق هذه القيم ممّا يدل على أهمية الرّي في تحديد قيمة هذا المجال .

وتناقصت قيمة انعكاس المجال (λ872) مع انخفاض مستوى كل من العاملين المدروسين, حيث انخفضت قيمة الانعكاس بعمر 20 يوم من (0.315) إلى (0.297 و 0.27) عند انخفاض مستوى التسميد الآزوتي من N%100 إلى N%50 و N%0 تحت تأثير مستوى الرّي الكامل I%100, وسلكت مستويات التسميد الآزوتي السلوك ذاته ضمن مستويي الرّي الآخرين I%50 و I%25. وبالمثل تناقصت القيمة من (0.315) إلى (0.3 و 0.292) عند انخفاض مستوى الرّي من I%100 إلى I%50 و I%25 تحت تأثير المستوى الكامل من التسميد الآزوتي N%100, وسلكت مستويات الرّي ضمن مستويات التسميد الآزوتي الأخرى (N%50 و N%25) السلوك ذاته .

وبمقارنة قيم الانعكاس للمجال الطيفي (λ872) بين مستويات الرّي ومستويات التسميد آزوتي, يلاحظ انخفاض قيمة الانعكاس بشكل أكبر عند انخفاض كمية مياه الرّي المعطاة للنبات مقارنة مع انخفاضها مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي, حيث سجّلت أعلى قيم للانعكاس ضمن هذا المجال الطيفي عند المستوى الكامل من الرّي وذلك بغض النظر عن مستوى التسميد الآزوتي, كما بلغت القيم السابقة أدنى قيمها عند مستوى الرّي I%25 في مستويات التسميد المدروسة كلها وذلك في مراحل النمو كافة وفي كل المعاملات المدروسة, وهذا يعني حساسية قيم الانعكاس في هذا المجال الطيفي للتغيرات في مستوى التزود المائي أكبر منها للتغير في مستوى التسميد الآزوتي وبمنحنى طردي وتدرجت الفروق السابقة وفق معنوية إحصائية عند مستوى 5% .

وسلكت الحشة الثانية سلوك الحشة الأولى, حيث تزايدت قيمة المجال الطيفي (λ872) مع التقدم بمراحل النمو, كما تزايدت مع تزايد مستوى عامل الرّي وبفروق معنوية عند مستوى 5%, بينما لم يكن لعامل التسميد الآزوتي أي تأثير ضمن هذه الحشة, إذ بلغ الفرق بين مستويي الرّي I%100 , I%25 عند مستوى تسميد آزوتي N%100 بعمر 90 يوم (0.130), وانخفض بين مستويي التسميد N%100 , N%0 عند مستوى ري I%100 بنفس العمر إلى (0.054) مما يدل على أهمية الرّي في تحديد قيمة هذا المجال ضمن الحشة الثانية. وسلكت الحشة الثالثة السلوك ذاته أيضاً ولم يكن لعامل التسميد الآزوتي التأثير المعنوي في هذه الحشة. وقد سلك سلوكاً مشابهاً لسلوك المجال الطيفي (λ872) وفي جميع مراحل النمو في الحشات الثلاث كل من المجالات الطيفية التالية (λ982 , λ1077 , λ1197 , λ1275) .

ويوضح الجدول (19) قيم دليل الغطاء النباتي NDVI خلال مراحل النمو تحت تأثير المستويات المختلفة من الرّي والتسميد الآزوتي. فتزايدت قيم الدليل مع تزايد مستوى كل من العاملين المدروسين, حيث بلغت قيمة الدليل بعمر 20 يوم وضمن مستوى ري يغطي كامل احتياجات النبات(0.392) وازدادت إلى (0.452 و 0.502)عند زيادة مستوى التسميد الآزوتي من N%0 إلى N%50 و N%100 على التوالي. تزايدت قيمة الدليل عند مستوى ري I%50 من (0.388) إلى (0.449 و 0.465) لنفس مستويات التسميد

على التوالي, كما تزايدت القيمة ضمن مستوى الرّي I%25 لذات مستويات التسميد الآزوتي والمرحلة العمرية, وسلكت بقية المراحل السلوك ذاته .

ويلاحظ من القيم السابقة تزايد قيمة الـ NDVI مع ازدياد مستوى الرّي وخلال كافة مراحل النمو, كما بلغت القيم ضمن مستويات الرّي بغض النظر عن مستويات التسميد الآزوتي قيماً أعلى من مثيلاتها لمستويات التسميد الآزوتي بغض النظر عن مستويات الرّي, وكانت الفروق بين مستويات الرّي أكبر من الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي, ممّا يعني أهمية الرّي في تحديد قيمة الدليل السابق .

كما يبين الجدول (19) تزايد قيمة الدليل السابق مع التقدم بعمر النبات, فتزايدت قيمته من (0.502) بعمر 20 يوم إلى (0.907) بعمر 60 يوم للمعاملة (I %100 وN%100), ومن (0.452) إلى (0.891) في المعاملة (I%100 وN%50), ومن (0.392) إلى (0.889) للمعاملة (I%100 وN%0), وسلكت بقية المعاملات باختلافها السلوك ذاته خلال مراحل النمو المختلفة .

ترافق التزايد في قيمة دليل الغطاء النباتي NDVI مع زيادة في الوزن الرطب للنبات (الكتلة الحية), إذ تزايدت قيمة كل من الدليل والوزن الرطب بمنحنى متوازي خلال مراحل النمو المدروسة ممّا يرسم علاقة طردية وقوية بين NDVI والكتلة الحية النباتية .

أما في الحشة الثانية والثالثة للنبات فقد تلاشى دور التسميد الآزوتي للأسباب المذكورة سابقاً وبرزت أهمية الرّي بمستوياته المختلفة وحساسية قيمة الدليل لانخفاض مستوى الرّي, وسلكت هاتين الحشتين سلوك الحشة السابقة ذاته. كما سلك الدليل النباتي NIR-RED سلوك مشابه للدليل الـNDVI خلال جميع مراحل النمو والحشات. و تدرجت الفروق بين مستويات الرّي وفق معنوية احصائية عند مستوى 5% في جميع المراحل والحشات, في حين بلغت الفروق بين مستويات التسميد الآزوتي المعنوية في مراحل الحشة الأولى فقط .

وبالتالي يمكن إجمال ما سبق :

أ – العلاقة العكسية بين قيم انعكاس المجالات (λ672 , λ355 , λ410 , λ465 , λ1450 , λ1675 , λ2070) والدليل النباتي RED/NIR مع مستويات التسميد الآزوتي خاصة في مراحل النمو الأولى لمحصول الفصة المعمرة .

ب – العلاقة الطردية بين قيم انعكاس المجالات (λ872 , λ982 , λ11077 , λ1197 , λ1275) ومستويات التزود المائي للنباتات خلال جميع مراحل النمو.

ج – العلاقة الطردية بين قيم دليل الغطاء النباتي NDVI و الدليل NIR-RED مع مستويات الرّي ثم التسميد الآزوتي على النباتات خلال جميع مراحل النمو .

د – اختلاف درجة تأثير عامل التسميد الآزوتي حسب طبيعة المحصول في مراحل النمو النباتي حيث يكون مؤثراً في مراحل النمو الأولى لينخفض تأثيره في المراحل اللاحقة .

إذاً و مما سبق يتضح أن التغيرات في مستويات التزود المائي التي أثرت في الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة في الحشات الثلاث –وبشكل معنوي– ومستويات التسميد الآزوتي –بشكل معنوي في الحشة الأولى فقط- أدّت أيضاً إلى تغير في قيم الانعكاس المسجل عن هذه النباتات –وبشكل معنوي أيضاً– وفق علاقات متناسبة مع مستويات التغير في الرّي والتسميد الآزوتي حسب الطول الموجي و الصفة النباتية الهدف, لترسم بذلك العلاقة التركيبية بين العناصر الثلاث : طول موجة – صفة نباتية – متغير في وسط النمو, فمثلاً عند تغير طول موجي محدد تكون صفة الوزن هي الهدف المدروس وتحدد كميتها حسب درجة تأثير متغيرات وسط النمو. وبعد معرفة طبيعة العلاقات المرتسمة سيتم تحديد واستنباط النماذج التي تقدر و تربط العناصر السابقة فيما بينها.

3 – العلاقات الطيفية - الخضرية والعلفية

3 - 1 – ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية

يبين الجدول (20) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنبات الفصة فكانت قيمة الارتباط بين اليخضور والمجال الطيفي (λ672) نانومتر أكبر من قيم الارتباط بينه وبين بقية الصفات الطيفية, إذ بلغت قيمته (0.82-) ومنه نجد الارتباط القوي والتناسب العكسي وقد توافق ذلك مع كل من(Thomas and Oerther. 1972 , Colwell 1974, Tucker 1977 and 1978, Inoue 1988, Filella *et al*., 1995) .

كما يبين الجدول أن ارتباط صفة الوزن الرطب كانت أكبر ما يمكن مع المجال الطيفي (λ872) نانومتر فبلغت (0.89) بعلاقة طردية وهذا يتفق مع كل من(Tucker .1979, Kollenkark *et al*. 1982, Thenkabail *et al*. 1994 , Gelabert *et al*.1996 , Li *et al*. 2001a , AL-Khaled *et al* .2005). وتناسبت صفة الوزن الجاف طردياً مع المجال الطيفي (λ1077) وبلغت قيمة الارتباط (0.88).

كما يبين الجدول أن صفة البروتين الخام تناسبت مع الدليل النباتي NIR-RED بقيمة بلغت (0.84) , و صفة الألياف الخام مع الدليل النباتي RED/NIR فبلغ الارتباط (0.83-) , وبالمقابل ارتبطت صفة الرماد مع الدليل النباتي NIR-RED بقيمة قدرها (0.82) .

الجدول (20) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة

المؤشر الطيفي	الصفة العلفية					
	CH(CCI)	FW(g/m²)	DW(g/m²)	CP(g/m²)	CF(g/m²)	ASH(g/m²)
λ 355	-0.67*	-0.47*	-0.43*	-0.46*	-0.34*	-0.41*
λ 395	-0.52*	-0.5*	-0.51*	-0.64*	-0.52*	-0.59*
λ 465	-0.61*	-0.45*	-0.41*	-0.64*	-0.52*	-0.59*
λ 555	-0.53*	-0.39*	-0.34*	-0.39*	-0.24*	-0.34*
λ 672	-0.82*	-0.38*	-0.48*	-0.78*	-0.69*	-0.77*
λ 872	0.47*	0.89*	0.81*	0.79*	0.74*	0.8*
λ 982	0.43*	0.66*	0.65*	0.64*	0.58*	0.63*
λ 1077	0.39*	0.8*	0.88*	0.78*	0.77*	0.81*
λ 1197	0.37*	0.74*	0.7*	0.71*	0.58*	0.71*
λ 1275	0.42*	0.76*	0.73*	0.74*	0.61*	0.74*
λ 1450	-0.69*	-0.42*	-0.58*	-0.72*	-0.61*	-0.67*
λ 1675	-0.41*	-0.48*	-0.43*	-0.48*	-0.32*	-0.42*
λ 2070	-0.54*	-0.38*	-0.47*	-0.61*	-0.66*	-0.58*
λ 2285	-0.74*	-0.41*	-0.48*	-0.75*	-0.62*	-0.7*
NDVI	0.48*	0.77*	0.74*	0.78*	0.67*	0.75*
NIR-red	0.51*	0.85*	0.82*	0.84*	0.75*	0.82*
red/NIR	-0.68*	-0.56*	-0.46*	-0.75*	-0.83*	-0.73*

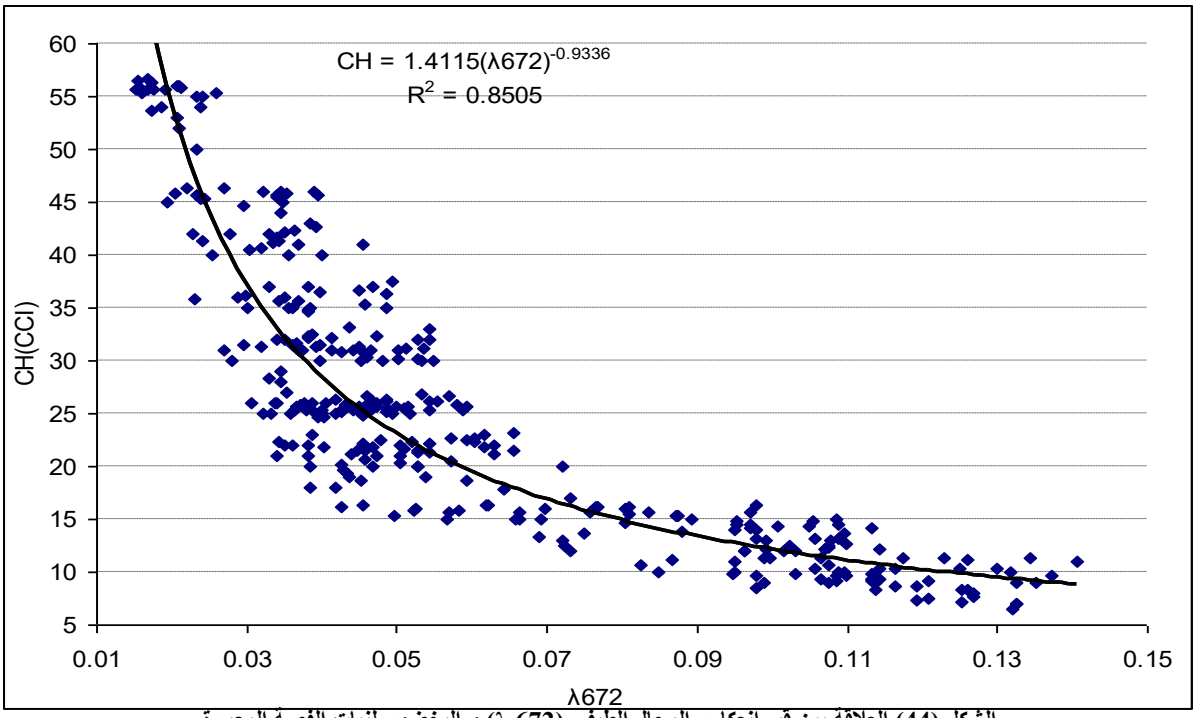
3 - 2 – المعادلات الرّياضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية

يبين الجدول (21) قيم معاملات التحديد والمعادلات الرّياضية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية المدروسة وفق المؤشرات الطيفية المتوافقة. حيث تم اختيار المؤشرات الطيفية الأفضل في تقدير كل صفة خضرية وعلفية على حدى اعتماداً على قيمة معامل الارتباط الأقوى (جدول 20). بناءً على ما سبق تم استنباط المعادلات والنماذج الرّياضية التي تقدر هذه الصفات العلفية والخضرية وفق المؤشر الطيفي الأكثر دقة معها كما في الأشكال (44 , 45 , 46 , 47 , 48, 49) .

الجدول (21) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة

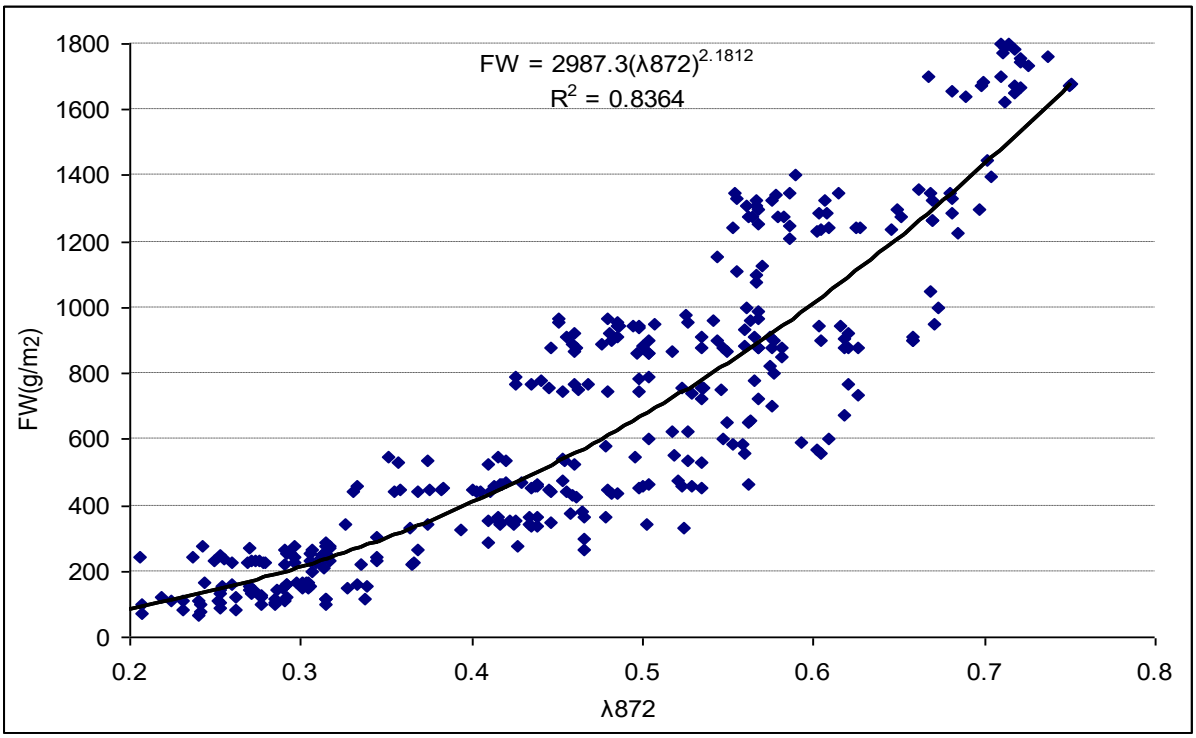
الصفة العلفية	المؤشر الطيفي	عدد البيانات	معامل التحديد	النموذج
اليخضور (CCI)	λ 672	288	0.85	$CH = 1.4115(\lambda 672)^{-0.9336}$
الوزن الرطب (g/m²)	λ 872	288	0.84	$FW = 2987.3(\lambda 872)^{2.1812}$
الوزن الجاف (g/m²)	λ1077	288	0.74	$DW = 1610.8(\lambda 1077)^{3.0854}$
البروتين (g/m²)	NIR-RED	288	0.84	$CP = 1.7048e^{6.0663(NIR-RED)}$
الرماد (g/m²)	NIR-RED	288	0.83	$ASH = 1.4893e^{6.149(NIR-RED)}$
الألياف (g/m²)	RED/NIR	288	0.88	$CF = 1.625(RED/NIR)^{-1.3817}$

وبالتالي يتم تقدير تركيز اليخضور في النباتات مقدراً بالـ (CCI) اعتماداً على الإنعكاس الطيفي عنها في المجال (λ672) نانومتر بالمعادلة التالية : $CH = 1.4115(\lambda 672)^{-0.9336}$ ..... الشكل (44)



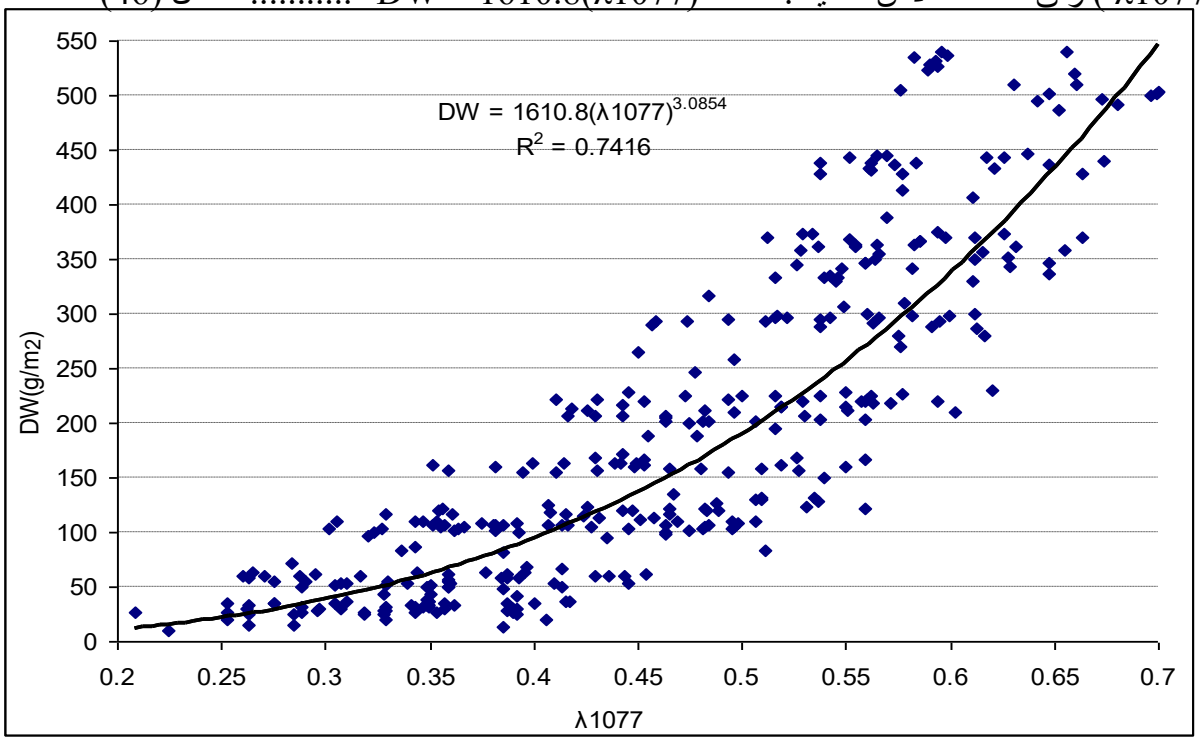
الشكل (44) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ 672) و اليخضور لنبات الفصة المعمرة

و كذلك يتم تقدير قيمة الوزن الرطب للنباتات مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الإنعكاس الطيفي عنها في المجال (λ872) نانومتر بالمعادلة القوة التالية : $FW = 2987.3(\lambda 872)^{2.1812}$ ... الشكل (45)



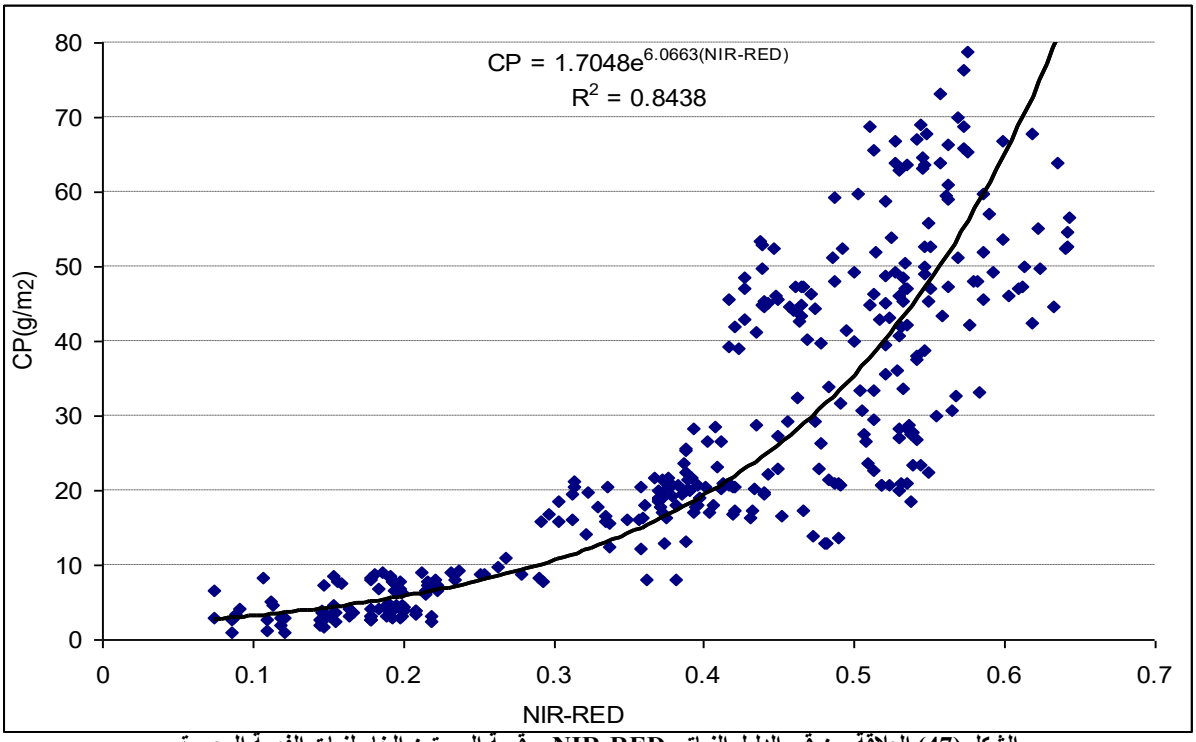
الشكل (45) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ 872) و الوزن الرطب لنبات الفصة المعمرة

وبالمثل يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ1077) وفق معادلة الأس التالية : $DW = 1610.8(\lambda1077)^{3.0854}$ ..... الشكل (46)



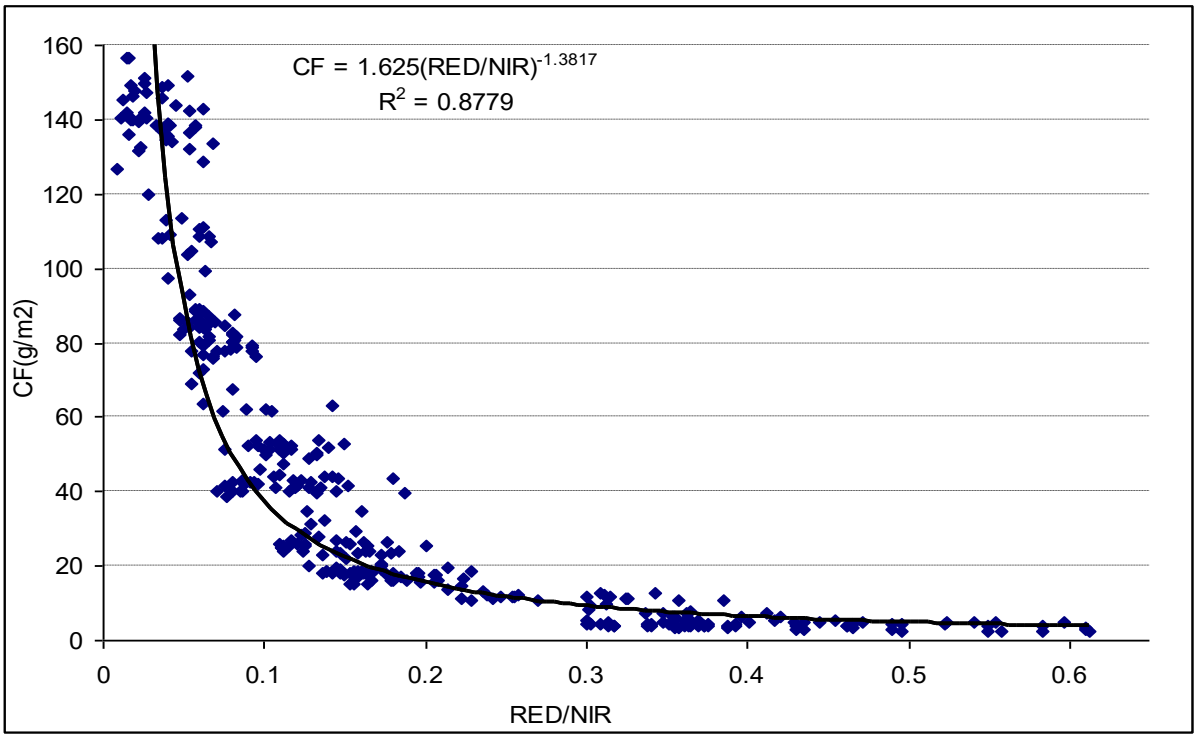
الشكل (46) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ 1077) و الوزن الجاف لنبات الفصة المعمرة

وبالمثل يتم تقدير قيمة البروتين الخام لنباتات الفصة المعمرة مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة القوة التالية: $CP = 1.7048e^{6.0663(NIR-RED)}$ ..... الشكل (47)



الشكل (47) العلاقة بين قيم الدليل النباتي NIR-RED و قيمة البروتين الخام لنبات الفصة المعمرة

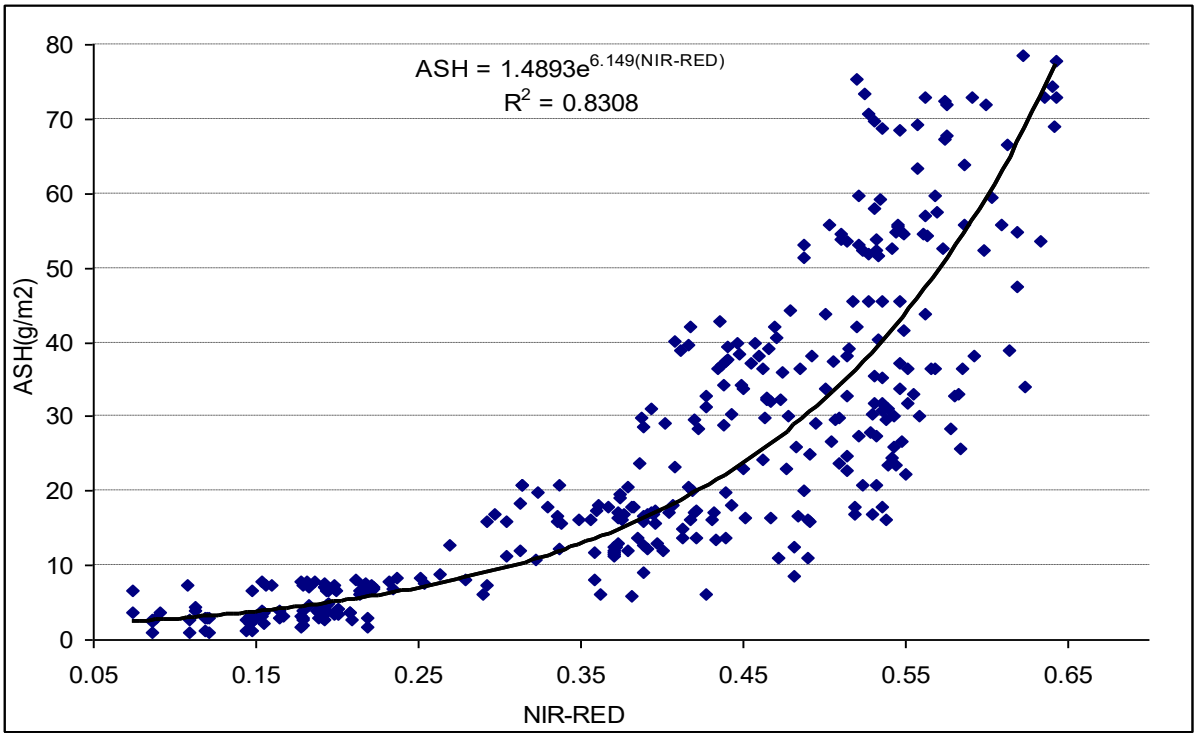
أما نسبة الألياف الخام لنباتات الفصة المعمرة فيتم تقديرها مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة التالية : $CF = 1.625(RED/NIR)^{-1.3817}$ ..... الشكل (48)



الشكل (48) العلاقة بين قيم الدليل النباتي RED/NIR و قيمة الألياف الخام لنبات الفصة المعمرة

وبالمثل يتم تقدير صفة الرماد مقدرةً بالـغرام/م^2 من الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة القوة التالية :

$ASH = 1.4893e^{6.149(NIR-RED)}$ ..... الشكل (49)



الشكل (49) العلاقة بين قيم الدليل النباتي NIR-RED و قيمة الرماد لنبات الفصة المعمرة

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى مراقبة تغير المؤشرات الطيفية مع الصفات الخضرية و العلفية ثم إيجاد العلاقة بينهما خلال مراحل النمو المتعاقبة للشعير و الذرة الصفراء و الفصة كمحاصيل علف ضمن تجارب زراعية عاملية في حقول تابعة للهيئة العامة للاستشعار عن بعد لمحصولي الشعير و الذرة الصفراء و محافظة الرقة لمحصول الفصة للموسم الزراعي 2008 – 2009 حيث شملت كل تجربة تسعة معاملات من توافق عاملي الدراسة :

الأول : التسميد الآزوتي بثلاث مستويات 100% , 50% , 0% للكمية الموصى بها لكل محصول من قبل وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي .

الثاني : التزود المائي بثلاث مستويات 100% , 50% , 25% للكمية الموصى بها لكل محصول من قبل وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي .

و ذلك بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية في أربع مكررات لكل من محصولي الذرة الصفراء و الشعير و ثلاث مكررات لمحصول الفصة و بمساحة 16م^2 لكل قطعة تجريبية .

تم تسجيل القراءات الراديومترية بفاصل زمني (7 – 15) يوم ابتداءً من موعد الزراعة و حتى مرحلة نمو متقدمة لكل محصول , بواسطة جهاز سبيكتروراديومتر المحمول حقلياً FieldSpecPro الذي يقوم الجزء المستشعر فيه بتسجيل كل الانعكاسات الطيفية بأطوال موجية من 350 إلى 2500 نانومتر بفاصل طيفي 1 نانومتر .

كما تم تقدير الصفات الخضرية و العلفية التالية : تركيز اليخضور , الوزن الرطب , الوزن الجاف , دليل مساحة الأوراق , البروتين الخام , الألياف الخام و الرماد الخام للمحاصيل الثلاثة بالتزامن مع القراءات الراديومترية .

و يمكن تلخيص أهم النتائج التي تم التوصل إليها فيما يلي :

أولاً - الذرة الصفراء العلفية :

- انخفاض تركيز اليخضور في حال انخفاض التسميد الآزوتي بغض النظر عن مستويات التزود المائي , ولكن عند توفر كامل احتياجات التسميد الآزوتي فإن عامل الري يتحكم بمستوى الاستفادة من السماد الآزوتي المضاف و بالتالي تركيب اليخضور .

- ازدياد نسبة للبروتين مع ازدياد مستوى التسميد الآزوتي , كما أن كمية مياه الري تتيح الاستفادة من التسميد الآزوتي الذي يدخل مباشرة في تركيب البروتين .

- ازدياد نسبة الألياف الخام مع تناقص مستوى عاملي الري و التسميد الآزوتي و كانت التأثير الأكبر لعامل الري و خاصة في حال انخفاض مستوى التسميد الآزوتي .

- التأثير التفاعلي المتبادل بين التسميد الآزوتي و التزود المائي مع تفوق تأثير عامل الري بدعم من التسميد الآزوتي على صفة دليل مساحة الأوراق .

- ازدياد نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو بسبب ازدياد الكتلة الحية للنبات وازدياد يخضور النبات وبالتالي زيادة تركيب البروتين , و تناقصها بعد مرحلة أوج النمو بسبب تهدم الصانعات الخضراء و نقصان اليخضور و بالتالي قلة في تركيب البروتين .

- تفوق تأثير عامل التسميد الآزوتي على تأثير عامل الري في تحديد نسبة الرماد وخاصة في المراحل المتقدمة للنمو , كما و تناقصت نسبة الرماد الخام مع التقدم بمراحل النمو بسبب ازدياد الكتلة الحية للنبات و الوزن الجاف بوتيرة أعلى من زيادة كمية الرماد خلال مراحل النمو .

- التأثير التفاعلي بين عاملي الري و التسميد في تحديد قيمة الوزن الرطب للنباتات خلال جميع مراحل النمو مع الأفضلية لعامل الري تحت توفر التسميد الآزوتي .

- أهمية عامل التسميد الآزوتي في التأثير على يخضور النباتات للذرة الصفراء أكثر من عامل الري .

- تناقص قيم الانعكاس في المجال المرئي مع التقدم بمراحل النمو حتى مرحلة متقدمة و ذلك بسبب تزايد تركيز اليخضور في النباتات و الذي يعمل على زيادة امتصاص هذا المجال من الأشعة لاستخدامها في عملية التمثيل الضوئي , ثم تزايدت قيم انعكاس المجال بعد ذلك بفعل تداخل عدة عوامل منها انخفاض كمية اليخضور في أوراق النباتات و ظهور النورات المذكرة على النباتات .

- تزداد قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب و المتوسط من بداية مراحل النمو و حتى مرحلة أوج النمو لتعود لتنخفض بعد ذلك .

- انخفضت قيم الانعكاس في المجال الطيفي (λ672) بتقدم مراحل النمو حتى مرحلة أوج النمو الخضري (بعمر 75 يوم من الزراعة تقريباً) .

- التناسب العكسي المعنوي بين الانعكاس الطيفي في المجال (λ672) نانومتر عن نباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو و المستويات المختلفة لعاملي الري و التسميد الآزوتي مع تفوق لتأثير مستويات التسميد الآزوتي عن مستويات التزود المائي .

- سلكت القنوات الطيفية ضمن المجال المرئي و هي القنوات (λ355, λ410, λ470, λ550 , λ672) و القنوات الطيفية ضمن المجال تحت الأحمر البعيد و هي القنوات (λ1450, λ2070, λ2285) و الدليل النباتي RED/NIR سلوك المجال الطيفي (λ672) .

- تزايدت قيم الانعكاس في المجال الطيفي (λ872) بتقدم عمر النبات حتى نفس مرحلة النمو السابقة لتنخفض بعد ذلك .

- حساسية قيم الانعكاس في المجال الطيفي (λ872) نانومتر للتغيرات في مستوى التزود المائي أكبر منه للتغير في مستوى التسميد الآزوتي .

- سلكت القنوات تحت الأحمر القريبة و المتوسطة و هي القنوات (λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275) و الدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED سلوك المجال الطيفي (λ872) .

- وجود علاقة طردية موجبة بين قيم الـ NDVI و بين مستويات الري و التسميد الآزوتي .

- سلك الدليل النباتي NIR-RED السلوك ذاته الدليل الـ NDVI .

- يتم تقدير تركيز اليخضور(CCI) لنباتات الذرة الصفراء العلفية اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ672) نانومتر بالمعادلة اللوغارتمية التالية : $CH = -14.587 \, Ln(\lambda 672) - 22.281$.

- يتم تقدير قيمة الوزن الرطب بالـ (غ / 700سم^2) لنباتات الذرة الصفراء العلفية اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ872) نانومتر بالمعادلة الأسية التالية : $FW = 3.764e^{8.0603(\lambda 872)}$.

- يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الذرة الصفراء بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً الانعكاس الطيفي عنها في المجال (λ982) نانومتر بالمعادلة القوة التالية : $DW = 1153.3(\lambda 982)^{5.1811}$.

- يتم تقدير دليل مساحة الأوراق لنباتات الذرة الصفراء يتم تقديره اعتماداً على قيم الدليل النباتي بمعادلة الأس التالية : $LAI = 0.4655e^{3.0512NDVI}$.

- يتم تقدير نسبة البروتين في الوزن الجاف لنباتات الذرة الصفراء بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي NIR-RED بمعادلة الأس التالية :$CP = 0.1182e^{8.2545(NIR-RED)}$.

- يتم تقدير الألياف لنباتات الذرة الصفراء الجافة تماماً بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على المجال (λ355) بمعادلة القوة التالية : $CF = 5E\text{-}06(\lambda 355)^{-3.9058}$.

- يتم تقدير نسبة الرماد في نباتات الذرة الصفراء الجافة تماماً بالـ (غ / 700سم^2) اعتماداً على قيم الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة التالية : $ASH = 0.1495(RED/NIR)^{-1.4318}$.

الشعير

- تزايد كمية اليخضور من بداية النمو حتى مرحلة أوج النمو لتنخفض بعد ذلك لتهدم الصانعات الخضراء في الأوراق المسنة .

- التأثير المعنوي لزيادة مستوى عامل الري في زيادة قيمة الوزن الرطب و الوزن الجاف و دليل مساحة الأوراق .

- انخفاض نسبة البروتين بانخفاض كمية السماد الآزوتي و كمية مياه الري ,و كان تأثير عامل التسميد الآزوتي أكبر من تأثير عامل الري في تحديد قيمة البروتين الخام .

- ازدياد نسبة الألياف الخام مع تناقص مستوى كل من الري و التسميد الآزوتي .

- تغوق معاملة التسميد الآزوتي على معاملة الري في تحديد قيمة اليخضور في النبات .

- يؤثر مستوى التزود المائي على تاريخ و توقيت تحقيق أعلى وزن رطب للنبات خلال مراحل النمو مختصراً بذلك الوقت اللازم لإتمام المراحل الفينولوجية المتتابعة من عمر النبات .

- تفوق عامل الري في تحديد قيمة الوزن الجاف للشعير على عامل التسميد الآزوتي .
- التأثير المعنوي للتفاعل بين عاملي الري و التسميد الآزوتي على دليل مساحة الأوراق و الوزن الرطب.
- تناقص نسبة الرماد الخام مع التقدم بمراحل النمو .
- ازدياد نسبة البروتين الخام حتى مرحلة أوج النمو , و تناقصها مع تناقص مستوى التسميد الآزوتي و خلال كافة مراحل النمو .
- ازدياد قيم الانعكاس في المجال الطيفي (872λ) حتى عمر 80 يوم مترافقاً مع ازدياد الوزن الرطب للنبات مع التقدم بمراحل النمو .
- تزايد قيمة الدليل النباتي الـNDVI مع تزايد الكتلة الحية للنبات مع التقدم بمراحل النمو .
- التأثير المعنوي لزيادة مستوى التسميد الآزوتي على قيم الانعكاس الطيفي في المجال المرئي الأحمر (672λ) بالتناقص و ذلك لتأثيره الكبير على تركيز اليخضور في النبات .
- تفوق تأثير عامل الري على التسميد الآزوتي في تحديد قيم الانعكاس في المجال الطيفي (872λ) .\
- تفوق الدليل الـNDVI في رصد التغيرات الناتجة عن الري و التسميد الآزوتي , و المتمثلة في صفات الكتلة الحية و الوزن الجاف و دليل مساحة الأوراق .
- تسجيل أعلى قيمة انعكاس في المجال الطيفي (672λ) عند أدنى مستويات التسميد الآزوتي .
- وجود العلاقة العكسية بين المجالات (672λ , 355λ , 410λ , 465λ , 1450λ , 1675λ , 2070λ) و الدليل النباتي RED/NIR مع مستويات التسميد الآزوتي .
- وجود علاقة طردية بين المجالات الطيفية (872λ, 982λ , 11077λ , 1197λ , 1275λ) و مستويات التزود المائي للنباتات خلال جميع مراحل النمو.
- وجود علاقة طردية بين قيم دليل الغطاء النباتي NDVI و الدليل NIR-RED مع مستويات الري ثم التسميد الآزوتي على النباتات خلال جميع مراحل النمو .
- سلكت القنوات الطيفية ضمن المجال المرئي و هي القنوات (355λ, 410λ, 470λ, 550λ , 672λ) و القنوات الطيفية ضمن المجال تحت الأحمر البعيد و هي القنوات (1450λ, 2070λ, 2285λ) و الدليل النباتي RED/NIR سلوك المجال الطيفي (672λ) .
- سلكت القنوات تحت الأحمر القريبة و المتوسطة و هي القنوات (872λ, 982λ, 1077λ, 1197λ, 1275λ) و الدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED سلوك المجال الطيفي (872λ) .
- يتم تقدير تركيز اليخضور في النباتات مقدراً بالـ (CCI) اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (672λ) نانومتر بالمعادلة التالية : $CH = 0.1017(\lambda 672)^{-1.798}$
- يتم تقدير قيمة الوزن الرطب للنباتات مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال (872λ) نانومتر بمعادلة القوة التالية : $FW = 2116.8(\lambda 872)^{3.1499}$

- يتم تقدير دليل مساحة الأوراق لنباتات الشعير اعتماداً على قيم الدليل النباتي بالمعادلة الأسية التالية : $LAI = 0.016e^{7.1504NDVI}$.

- يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $DW = 0.8254e^{8.3446(\lambda 1197)}$.

- يتم تقدير قيمة البروتين الخام لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ872) وفق معادلة القوة التالية: $CP = 261.19(\lambda 872)^{4.9347}$.

- يتم تقدير قيمة الألياف الخام لنباتات الشعير مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 اعتماداً على قيم المجال الطيفي (λ1450) بمعادلة القوة التالية : $CF = 0.0066(\lambda 1450)^{-3.1137}$.

- يتم تقدير صفة الرماد مقدراً بالـغرام / 625 سم^2 من انعكاس المجال الطيفي (λ1197) وفق معادلة الأس التالية : $ASH = 0.0262e^{10.753(\lambda 1197)}$.

الفصة

- ازدياد كمية اليخضور من بداية النمو و حتى إجراء عملية الحش لتنخفض بعدها بسبب قطع المجموع الورقي للنبات .

- تفوق عامل التسميد الآزوتي ضمن مراحل الحشة الأولى على الري في تحديد قيمة اليخضور .

- عدم تأثير عامل التسميد الآزوتي ضمن الحشتين الثانية و الثالثة .

- تفوق عامل الري في تحديد قيمة الوزن الرطب خلال حياة النبات و تضاءل دور التسميد الآزوتي .

- انخفاض نسبة البروتين الخام بانخفاض مستوى التسميد الآزوتي و تفوق الأخير على الري في تحديد نسبة للبروتين خلال مراحل الحشة الأولى كما و تزايدت نسبة البروتين مع التقدم بمراحل النمو.

- ازدياد نسبة الألياف الخام مع تناقص مستوى كل من العاملين المدروسين و تفوق عامل الري على التسميد الآزوتي في تحديد قيمة الألياف خلال كافة مراحل النمو للحشات الثلاث .

- يؤثر مستوى التزود المائي على تاريخ و توقيت تحقيق أعلى وزن رطب للنبات خلال مراحل النمو .

- تناقص نسبة الرماد الخام مع التقدم بمراحل النمو .

- معنوية تأثير الري و التسميد الآزوتي في الحشة الأولى و عدم وجود المعنوية لعامل التسميد الآزوتي في الحشات اللاحقة على جميع الصفات المدروسة .

- ازدياد قيمة الانعكاس في المجال الطيفي (672) مع تناقص مستوى مياه الري وكمية السماد الآزوتي المضافة .

- انخفاض قيمة الدليل الـ NDVI مع انخفاض مستويات العاملين المدروسين .

- تأثير عامل السماد الآزوتي أكبر من تأثير عامل الري في تحديد قيمة الانعكاس (672) خلال الحشة الأولى .

- الأثر الكبير لكمية مياه الري المضافة في تحديد قيم الانعكاس المجال (872) .

- وجود العلاقة العكسية بين قيم انعكاس المجالات (λ672 , λ355 , λ410 , λ465 , λ1450 , λ1675 , λ2070) و الدليل النباتي RED/NIR مع مستويات التسميد الآزوتي خاصة في مراحل النمو الأولى لمحصول الفصة المعمرة .

- وجود علاقة طردية بين قيم انعكاس المجالات (λ872 , λ982 , λ11077 , λ1197 , λ1275) و بين مستويات التزود المائي للنباتات خلال جميع مراحل النمو .

- وجود علاقة طردية بين قيم دليل الغطاء النباتي NDVI و الدليل NIR-RED مع مستويات الري ثم التسميد الآزوتي على النباتات خلال جميع مراحل النمو .

- سلكت القنوات الطيفية ضمن المجال المرئي و هي القنوات (λ355, λ410, λ470, λ550 , λ672) و القنوات الطيفية ضمن المجال تحت الأحمر البعيد و هي القنوات (λ1450, λ2070, λ2285) و الدليل النباتي RED/NIR سلوك المجال الطيفي (λ672) .

- سلكت القنوات تحت الأحمر القريبة و المتوسطة و هي القنوات (λ872, λ982, λ1077, λ1197, λ1275) و الدليلين النباتيين NDVI و NIR-RED سلوك المجال الطيفي (λ872) .

- يتم تقدير تركيز اليخضور في النباتات مقدراً بالـ (CCI) اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ672) نانومتر بالمعادلة التالية : $CH = 1.4115(\lambda 672)^{-0.9336}$.

- يتم تقدير قيمة الوزن الرطب للنباتات مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الانعكاس الطيفي عنها في المجال الطيفي (λ872) نانومتر بالمعادلة القوة التالية : $FW = 2987.3(\lambda 872)^{2.1812}$.

- يتم تقدير قيمة الوزن الجاف لنباتات الفصة المعمرة مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على المجال الطيفي (λ1077) وفق معادلة الأس التالية : $DW = 1610.8(\lambda 1077)^{3.0854}$.

- يتم تقدير قيمة البروتين الخام لنباتات الفصة المعمرة مقدراً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة القوة التالية: $CP = 1.7048e^{6.0663(NIR-RED)}$.

- يتم تقدير نسبة الألياف الخام لنباتات الفصة المعمرة مقدرةً بالـغرام/م^2 اعتماداً على الدليل النباتي RED/NIR بمعادلة القوة التالية : $CF = 1.625(RED/NIR)^{-1.3817}$.

- يتم تقدير صفة الرماد مقدرةً بالـغرام/م^2 من الدليل النباتي NIR-RED وفق معادلة القوة التالية :
$ASH = 1.4893e^{6.149(NIR-RED)}$.

الاستنتاجات والتوصيات

تؤثر الحالة الغذائية من اضافات سمادية ومعدلات ري على الصفات الخضرية والعلفية لمحاصيل العلف والتي بدورها تؤثر على قيم الانعكاس الطيفي والمؤشرات الطيفية لهذه المحاصيل مما يمكن من تقدير هذه الصفات العلفية والخضرية عن طريق قيم الانعكاسات والمؤشرات الطيفية. ومن أهمها العلاقة العكسية بين قيم الانعكاس في المجال الأحمر وكمية اليخضور وفق معادلة لوغراتمية للذرة ومعادلة قوة للشعير والفصة , والعلاقة الطردية بين قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب و الوزن الرطب بمعادلة أسية للذرة ومعادلة قوة للشعير والفصة, وذات العلاقة مع الوزن الجاف بمعادلة قوة مع المجال (982λ) للذرة والمجال (1077λ) للفصة وبمعادلة الأس مع المجال (1197λ) للشعير, وكذلك العلاقة الطردية وفق معادلة أسية بين الدليل النباتي الخضري الـNDVI ودليل مساحة الأوراق لمحاصيل الشعير والذرة العلفية. والعلاقة الطردية بين قيم دليل الفرق NIR-RED وكمية البروتين الخام وفق معادلة أسية لمحصولي الذرة والفصة وبين قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب بمعادلة قوة لمحصول الشعير. رغم أن علاقة كمية الألياف الخام بالمؤشرات الطيفية عكسية وفق معادلة قوة إلا أنه لم تكن هناك مؤشر طيفي موحد لهذه المحاصيل الثلاثة إذ تم تقدير الألياف الخام وفق قيم الانعكاس في المجال (355λ) لمحصول الذرة ووفق قيم الانعكاس في المجال (1450λ) للشعير ووفق دليل الفرق للفصة. بينما كان أفضل المؤشرات لتقدير الرماد الخام هو دليل النسبة وفق معادلة قوة عكسية في محصول الذرة, ووفق معادلة أسية طردية مع قيم الانعكاس في المجال (1197λ) للشعير ووفق دليل الفرق للفصة.

وبالتالي ينصح باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة وتحديد القيمة الغذائية للمحاصيل العلفية كطريقة غير هدّامة وسريعة ولمساحات واسعة من الأراضي المزروعة بهذه المحاصيل, وتطبيقها على بقية المحاصيل العلفية الأخرى والنباتات الرعوية في البادية السورية وما يؤول إليها من تقدير الحمولة الرعوية.

المراجع العربية :

النشرة الإرشادية لاحتياجات المحاصيل . (2006) وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي , دمشق , سوريا.

النشرة الإرشادية للاحتياجات و المقننات المائية (2006) وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي , دمشق , سوريا1-3 .

العابدي , جليل ساهر ; حمدي , يوسف علي ; عبد الجواد , محمد فكري فتحي ; الحاف , سريان برهان (1978) استجابة الشعير لليوريا المغطاة – مركز بحوث الخصوبة و التسميد–نشرة علمية – (59) .

البودي ، أحمد . (2004) محاضرات في محاصيل العلف- جامعة تشرين .

البودي , أحمد . (2004) دراسة تأثير مواعيد الحش على كمية و نوعية العلف و ديمومة الفصة المزروعة في المنطقة الساحلية . مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية : 26(2).

السحيباني , ناصر عبد الرحمن . (2007) إنتاج محاصيل الأعلاف , كلية علوم الأغذية والزراعة , قسم الإنتاج النباتي – جامعة الملك عبد العزيز– السعودية .

العاني , حكيم صالح . (1983) استجابة الذرة الصفراء للتسميد النتروجيني و مسافات الزراعة – رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد .

جودة ,عادل و بدر , جابر . (1997). الإجهاد الرطوبي (الجفاف) وعلاقته بالمراحل الفيزيولوجية للنبات . المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ,العدد 17 .أيلول 15-23 .

رقية , نزيه ; عبد الحميد , عماد ; عبد العزيز , محمد ; سلامة , سليمان ; محمد , يوسف ; ديب , طارق علي ; سعد , فؤاد . (2004) انتاج المحاصيل الحقلية . منشورات جامعة تشرين . كلية الزراعة .

زينو , ريم ; فيصل , بكور; و عصام , الخوري . (2007) تأثير مستويات مختلفة من الري في الغلة الحبية و دليل المسطح الورقي لبعض الطرز الوراثية من الذرة الصفراء . مجلة جامعة البعث .المجلد 29 . العدد 13 ;115-144.

فضيلة، أحمد . (1977) واقع زراعة الفصة في سوريا، نشرة صادرة عن وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي- دمشق .

علي , أحمد . (2002) دراسة تأثير موعد الحش على إنتاجية الفصة من العلف الأخضر – رسالة ماجستير – كلية الزراعة - جامعة تشرين

غروسنة , حسين ; بودور , ليلى ; باقة , مبارك . (2005) تأثير التسميد الأرضي بمعدلات مختلفة من النتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم (NPK) على المجموع الخضري للنبات و التفاعل بينها على صفات محصول القمح تحت ظروف المناطق التي يتبع فيها نظام الزراعة الجافة . مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات و البحوث الزراعية . جامعة عين شمس – القاهرة , 13(1) :105-128 .

كوبرلو , ارول ; محسن , أنور ولي . (2008) تأثير تجزئة مستويات و مواعيد إضافة مختلفة من السماد النتروجيني في نمو و حاصل صفتين من الذرة الصفراء – مجلة زراعة الرافدين .36(3): 150-163 .

مظهر , عبد علي ; صدر الدين , بهاء الدين ولي ; محمد , أحمد عبد الحسن . (1986) تأثير التسميد النتروجيني على بعض الصفات النوعية لبعض أصناف الشعير تحت ظروف الديمية , زانكو – 4(3) : 201-213 .

يوسف , فاطمة . (2005) دراسة تأثير الجفاف على بعض الخصائص الفيزيولوجية و الإنتاجية للفصة المزروعة – رسالة ماجستير – كلية الزراعة - جامعة تشرين.

REFERENCES

Abd El-Gawad , A , A ; A , S , Edris ; H , K , Zaki and N , T , Ibrahem . (2004a) Estimation of soybean yield and vegetation amount from canopy reflectance measurements. Arab Univ. J. Agric. Sci. Cairo. 12(1): 221-240.

Abd El-Gawad , A , A ; A , S , Edris ; H , K , Zaki and N , T , Ibrahem . (2004b) Spectral reflectance of sunflower plants in relation to yield and some canopy characteristics. Arab Univ. J. Agric. Sci. Cairo. 12(1): 241-258.

Aase , J , K and F , H , Siddoway (1981) . Assessing winter wheat dry matter production via spectral reflectance measurements. Rem. Sens. Env. 11:267-277.

Abdulmonem , A , El-Toukhy ; and Mohamed E , Kiwa . (1995) Effect of different irrigation treatments on growth and yield of Barley crop . J.KAU:Met., Env . Arid land agric . Sci . Vol .6 :49-56 .

Ahlrichs , J , S and M , E , Bauer . (1983) Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. Agron. J. 75:987-993.

Ajai ; Amat , D , S ; Caturvedi , G , S ; Singh , A , K , and S , K , Sinha . (1983) Spectral assessment of leaf area index, chlorophyll cotent, and biomass of chickpea. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 49 (12): 1721-1727.

Al-Khaled , E ; A , Abd-El Gawad , A ; M , Abo – Shetaia ; M , A , Ashoub and H, K , Zaki . (2005) , Spectral signatures and identification of some summer crops using remote sensing techniques . Annals Agric. Sci; Ani shams Univ. Cairo, 50(1), 65-82 , 2005.

Ardell , D ; H , Curtis ; and A , Reule . (2007) Irrigated, No-Till Corn and Barley Response to Nitrogen in Northern Colorado. Agron. J. 99:1521–1529.

Bausch , W , C ; and Duke , H , R . (1996) Remote sensing of plant nitrogen status in corn. ASAE 39, 1869-1875.

Bellairs , S , M ; N , C , Turner ; P , T , Hick and R , C , G , Smith . (1996) Plant and soil influences on estimating biomass of wheat in plant breeding plots using field spectral radiometers. Aust. J. Agri. Res. 47: 1017-1034.

Blackmer , T , M ; J , S , Schepers ; G , E , Varvel and E , A , Walter-Shea . (1996) Nitrogen deficiency detection using reflected shortwave radiation from irrigated corn canopies. Agron. J. 88(1): 1-5.

Bole , J , B and S , Freyman . (1975) Response of irrigated field and sweet corn to nitrogen and phosphorus fertilizer in Southern Alberta. Can. J. Soil Sci. 55: 137-143.

Boquet , D , J ; A , B , Coco and D , E , Summers . (1985) Response of corn grown on sharkey clay soil to irrigation and nitrogen rate. In. Annual Progress Report, Northeast Res. Stn., St. Joseph, La. and Macon Ridge Res. Stn. Winnsboro, La. Baton Rouge, Louisiana, USA; Louisiana State Univ. (undated) 73-77.

Boyer , J , S and M , E , Westgate . (2004) Grain yields with limited water . Jornalof Experimental Botany . 55(407). 312 - 320

Bunnik , N , J , J . (1978) The multispectral reflectance of shortwave radiation by agricultural crops in relation with their morphological and optical properties. H.V. Veenman and Zonen B.V., Wageningen. p. 98-114.

Buscaglia , H , J ; Varco , J , J ; J , M , Thompson and M , R , Seal . (1999) Relationship of field scale nitrogen variability to soil properties and remotely sensed characteristics. Proceedings Belt wide Cotton Conferences, Orlando, Florida, USA. 2, 1282-1283.

Cakir , R . (2004) Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn . Turkey , . Journal of science direct , 89 , 1-16

Carlsonv, R ; D , N , Yarger and R , H , Shaw . (1971) Factors affecting the spectral properties of leaves with special emphasis on leaf water status. Agron. J. 63:486-489.

Chung , R ; Wang , C , H and Y , P Wang . (2000) Influence of Organic Matter and Inorganic Fertilizer on the Growth and Nitrogen Accumulation of Corn Plants. Journal of Plant Nutrition , 23(3): 297-311.

Colwell , J , E . (1974) Vegetation canopy reflectance. Remote Sens. Environ. 3: 175-183.
Colwell , R , N. (1983) Manual of Remote Sensing. 2nd ed. Falls Church, Virginia: American Society of Photogrammetry.
Connor , D , J ; Hall , A , J ; and V , O , Sadras . (1993) Effect of nitrogen content on the photosynthetic characteristics of sunflower leaves. Aust. Plnt physiol. 20: 251-263.
Curran , P , J ; J , L , Dungan and H , L , Gholz . (1990) Exploring the relationship between reflectance red edge and chlorophyll content in slash pine. Tree Physiol.7:33-48.
Curran , P , J ; J , L , Dungan ; B , A , Macler and S , E , Plummer. (1991) The effect of a red leaf pigment on the relationship between red edge and chlorophyll concentration. Rem. Sens. Environ. 35: 69-76.
Das , D , K and T , V , Rao . (1993) Growth and spectral response of wheat as influenced by varying nitrogen levels and plant densities Ann. Agric. Res. 14:421-428.
Daughtry , C , S , T ; M , E , Bauer ; D , W , Crecelius and M , M , Hixon . (1980) Effect of management practices on reflectance of spring wheat canopies. Agron.J.72:1055-1060.
Daughtry , C , S , T and K , J , Ranson . (1986) Assessing vegetation characteristics with multispectral data. Paper, American Societyy of Agricultural Engineers. 86-3514, 13pp.
Demarly ; (1957) Biologie d explotation dela luzerne. Ann. Am. P1.7(3), 247-272.
Duke , C ; and M , Guèrif . (1998) Crop reflectance estimate errors from the SAIL model due to spectral and temporal variability of canopy and soil characteristics. Remote Sens. Environ., 66, 286-297.
El-Hattab , A , H , and E , M , S , Gheith . (1984) Response of corn (Zea mays L.)to nitrogen and zinc fertilization as soil application. Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft and Veterinar-medizin. 22(3): 255-261.
El-Sharkawy , K , S ; Sorour , F , A and M , E , Yousef . (1976) Investigations on corn in the Libyan Arabic Republic. I- Effect of plant spacing and nitrogen level on growth and yield of corn (Zea mays L.), Libyan J. Agric., 5**:** 1-8.
El-Saidi , M , Y ; El-Hariri , D , M and M , M Hussein . (1979) Influence of irrigation and nitrogen on yield of corn in calcareous soils. Egyptian J. of Agron. 4(1): 73-82.
Ellias , J , E ; Gagianas , A , A and P , A , Gerakis . (1979) Interrelationships and plasticity of growth parameters in (Zea mays L.) populations as influenced by density and nitrogen. Physiologia plantarum, 14**:** 159-168.
Evans , J , R . (1989) Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia;78:9–19.
Farre , I . (1998) Maize (Zea Mays .L) and Sorghum (Sorghum Bicolour . L . moench) response to deficit irrigation , agronomy and modeling . PhD uiversity of Lledia ,(Spain)150p.
Febrero , A; J , Bort ; J , Catata ; P , Marzabal ; J , Voltas and J , L ,Araus . (1994) Grain yield , Carbon isotope discrimination and mineral content in mature kernels of barly under irrigated and rained conditions . Agronomic journal (Paris) , 14(2) : 127 -132.
Filella , I ; Serrano , L ; Serra , J ; and J , Penuelas. (1995) Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminate analysis. Crop Sci., 35,1400-1405.
Fridgen , J , L and J , J , Varco . (2004) Dependency o cotton leaf nitrogen, chlorophyll, and reflectance on nitrogen and potassium availability. Agron. J. 96: 63-69.
Gagro , M . (1977) Effect of nitrogen and plant population on stem height, LAI and number of leaves in the corn hybrids BCSK, 44(1): 39-41.
Gallo , K , P and T , K , Flesch . (1989). Large area crop monitoring with the NOAA AVHRR: Estimating the silking stages of corn development.Rem.Sens.Environ.27:73-80.
Gangwar , B and G , S , Kalra . (1988) . Influence of corn legume associations and nitrogen levels on maturity, grain quality and protein productivity. Legume Research. 11(1):6-10Æ

Gerberman , A , H ; J , A , Cuellar and H , W , Gausman . (1984). Relationship of sorghum canopy variables to reflected infrared radiation for two wavelengths and two wavebands. Phot. Eng. Rem. Sens. 50:209-214.

Gilabert , M , A ; S , Gandia and J , Melia . (1996) Analyses of spectral biophysical relationships for corn canopy . Rem . Sens .Environ .55(1) ;11-20

Gitelson , A , A ; Vin˜a , A ; Verma , S, B ; Rundquist , D. C ; Arkebauer , T , J ; and Et , al , Keydang . (2006) Relationship between gross primary production and chlorophyll content in crops: implications for the synoptic monitoring of vegetation productivity .J Geophys Res ;111: D08S 11 .

Hamdi , H ; H , M , El-Khattib and F , M , Hawela . (1991) Spectral reflectance characteristics of cotton and rice in Egypt. Egypt. J. Soil. Sci. 31 (2):265-282.

Hane , J , W . (1981) Nitrogen behaviour and uptake by corn as affected by time of application, nitrapyrin, and supplemental winter heat. Dissertation Abstract International, B.42(6): 2169.

Hattappa , S ; Udayakumar , M ; Prasad , TG ; Devendra , R and S , R , Rao . (1993) Spectral reflectance characters of the extent of canopy cover in crop plants. Crop Research Hisar. 6 (3):, 435-442.

Heist , M , V ; Wijngaarden , W. V ; and H ,Huizing . (1988) Monitoring Tunisia,s steppes with SPOT. *ITC journal,* 3, 232-237.

Hinzman , L , D; M , E , Bauer ; and C , S , T , Daughtry . (1986) Effects of nitrogen fertilization on growth and reflectance characteristics of winter wheat. Remote Sens. Environ., 19, 47-61.

Horler , D , N ; H , M , Dockray and J , Barber . (1980) The red edge of plant leaf reflectance. Int. J. Remote. Sens. 4: 273-288.

Hussnain , A , m ; and A , m , Rahman . (1988) Interactive effect of soil water content and antitransporation (PMA) on some physiological activites in maize plants , Acta agronomica Hungaria , 37(1-2) : 19-29 . In field crop , abstracts , 42(8):6046 , 1989 .

Ibrahem , N , T ; H , K , Zaki ; A , S , Edris and A , A , Abd-El-Gawad . (2003) Forecasting growth characteristics and yield of cotton from spectral reflectance data. Annals Agric. Sci. Cairo. 48(2): 585-605.

Ibrahim , A , A ; Abdulgalil , A , A ; Zeidan , E , M ; Eraky , A , G and B , Y , Hamdan . (1979) Locality effect on corn growth under different levels of NPK fertilizers. Zagazig J. Agric. Res. 6(1): 209-227.

Inada , K . (1985) Spectral ratio of reflectance for estimating chlorophyll content of leaf. Jpn. J. Crop. Sci. 54: 261-265.

Inoue , Y . (1988) Remote sensing of the physiological/ecological status of crops. V. Texture analysis of canopy reflectance based on optical density in photographs and remote estimation of leaf chlorophyll concentration by spectral reflectances. Japanese Journal of Crop Science. 57 (1): 105-111.

Jacquemoud , S and F , Baret . (1990) PROSPHCT: A model of leaf optical properties spectra. Rem. Sens. Environ. 34:75-91.

Jesten , A ; and L , a , Bent . (1990) Radiometric estimation of biomass and nitrogen content of barley grown at different nitrogen levels . International Journal of Remote Sensing, V 11(10):1809 – 1820.

Khan , M ; Hussain , N ; M , Iqbal . (2001) Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHD 202 , Journal of research (Science) , Bahauddin Zakariya , University, Multan , Pakistan .V(12) 15-18.

Krishnamurthy , K , A ; Bommogowda , B , A ; Jagannath , M , K ; Venugopal , N ; RamachandraP ; Raghunath , G and B , C , Rajashekhara .(1974) Relative production

of yield in hybrid, composite and local corns as influenced by nitrogen and population levels. II. Temporal changes in growth parts. Mysore J. of Agric. Sci. 8**:** 500-508.

Kollenkark , J. C.; C. S. T. Daughtry; M. E. Bauer and T. L. Housley . (1982) Effects of cultural practices on agronomic and reflectance characteristics of soybean canopies. Agron. J., 74: 751-758.

Koswara , J . (1977) The effect of nitrogen and plant population on corn production, and a study of grain maturation period of five corn varieties in Indonesia. Dissertation Abst. Inter-national, B-36: 5895-5899.

Lee , Y , S ; Yun , S , H ; and J , N , Im . (1990) Relationship of the spectral characteristics of reflected radiation with leaf area index and dry matter production in the soyabean canopy. Research Reports of the Rural Development Administration, Upland and Industrial Crops. 32 (1). 24-31.

Lee , Y , S ; Yun , S , H ; Park , M , E ; and D , H , Choi . (1996) Estimation of leaf area index, dry matter production, and grain yield by spectral reflectance in soyabeans. RDA Journal of Agricultural Science, Soil and Fertilizer. 38 (2), 316-320.

Li , J , P ; Y , F , Zheng ; J , M , Ying and L , Wei . (2001) Application of 3S to growth vigour monitoring for late rice of double harvest. J. Nanjing Inst. Meteor., 24(1): 106-112. (In Chinese with English abstract).

Li, H., Lascano, R, J., Barnes, E., Booker, J., Wilson, L. T., Segarra, E., and K , F , Bronson . (2001a), Temporal patterns of cotton reflectance and NDVI-days lint yield modeling. In P. Dugger and D. Richer (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., Anaheim, CA. Natl. Cotton Counc. of Am., Memphis. TN. 9-13: 590 -594.

Li , H ; Lascano , R , J ; Barnes , R ; M ; Booker , J ; Wilson , L , T ; Bronson , K , F ; and E , Segarra (2001b) Multispectral reflectance of cotton related to plant growth, Soil Water and Texture, and Site Elevation. Agron. J. 93, 1327-1337.

Lizaso , J , I ; W , D , Batchelor and M , E ,Westgate . (2002) Using the normalized difference vegetation index and a crop simulation model to predict soil spatial variability . Trans . ASAE . 45(4) : 1217 – 1222.

Ma , B , L ; J , Malcolm and L , M , Dwyer. (1996) Canopy light reflectance and field greenness to assess nitrogen fertilization and yield of maize. Agron. J. 88: 915-920.

Mahmoud , M , H ; Eskander , A and I , M , A , Aziz . (1980) Corn production on calcareous soils as influenced by N-application and plant population. Agric. Res. Rev. 58(4): 199-210Æ**.**

Mallet , J , B ; and j , M , De Jager . (1971) Effect of moisture stress day upon maize performance. Agroplantae, 3,15-20.

Milam , M , R and Hickingbottom , K . (1986) Influence of nitrogen rates on the performance of three corn hybrids. In. Annual Progress Report, Northeast Res. Stn., St. Joseph, La. And Macon Ridge Res. Stn., Winnsboro, La. Baton Rouge, Louisiana, USA; Louisiana State Univ., 173-175.

Mishra , B , N ; and B , G , Shivakumar . (2000) Barley in Techniques and Manangement of Field Crop Production. Agrobios. India.

Muchow R , C ; and T , R , Sinclair . (1994) Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiatoin use efficiency in field grown maize and sorghum. Cro Sci. 34: 721-727.

Myers , R , L . (1988) An analysis of nitrogen fertilizer and tillage effects on corn physiology, production and economics. Dissertation Abstracts International, B. (Sci. and Eng.) 49(6):2001B-2002B.

Nagy , J . (1995) Evaluating the effect of fertilization on the yield of maize (Zea mays L) in different years . Novenytermeles , 44(5-6) . 493 -506 .

Nagy , J . (1997) the effect of fertilization on the yield of maize (Zea mays L) in irrigated and unirrigated trements . Agrokemia es Talajatan ,46(1-4).275-288.

Neale , C , M , U , and W , Bausch . (1983) . Crop coefficients derived from refelected canopy radiation. Paper, American Society of Agricultural Engineers, 83, 2510-2527.

Orphan , P , I ; V , D , Krentos . (1980) . Concentration of N,P,K in leaves straw and grain of wheat and barley as influenced by N and P fertilizers under semi-arid conditions. J . Sci – camb. 94:551-556 .

Osborne , S , L ; J , S , Schepers ; D , D , Francis and M , R , Schlemmer . (2002) Use of spectral radiance to estimate in season biomass and grain yield in nitrogen and water stressed corn . Crop .Sci.42(1) : 165-171

Overman , A , R ; Wilson , D , M and E , R , Kamprath . (1994) Estimation of yield and nitrogen removal by corn . Agronomy Journal, 86(6): 1012-1-16.

Panchanathan , R , M ; Mohandas , S and P , Kandaswamy . (1987) Effect of moisture regimes and nitrogen application or maize. Indian J. of Agron. 32(4): 471-472.

Passioura , J , B . (2002) Enviromental biology and crop improvement . Functional plant biology . 29, 537-546 .

Pearson, R , L ., L , D , Miller and C , J , Tucker . (1976) handheld spectral radiometer to estimate gramineous biomass. Appl. Opt. 15: 416-418.

Perumal , N , K ; Rao , M , R , K ; Kathane , T , V ; Mesharam , M , K ; Taneja , N , K ; Venugopal , M , V ; Ajai , Dubey , R , P ; and A , K , Basu. (1999) . Canopy spectral reflectance in cotton in relation to yield. Indian Journal of Plant Physiology, 4, 63-64.

Prased , U , K ; Thakur , H , C ; Pandey , R , D and N , N , Sharma. (1987) Effect of irrigation and nitrogen on winter corn in calcareous saline alkali soil. Indian J. of Agron. 32(3): 217-220.

Price , J , C and W , C , Bausch . (1995) Leaf area index estimation from visible and near-infrared reflectance data. Rem. Sens. Environ. 52 (1): 55-65.

Raddatz , R , T ; Shaykewich , C , F ; and P , R Bullock, . (1994) Prairie crop yield estimates from modeled phyenological development and water use . Candian journal of plant science , 74(3) : 429 – 436.

Radford , B , J ; and G , B , Wildermuth . (1987) Effect of sowing depth , seed dwessings , A press wheel cultivars , and Trifluralin on the establishment of Barley . Astralian journal of experimental agriculture , 27(4) ; 579 -584 .

Refay , Y , A . (2010) Relative influence of water irrigation in improving productivity of some Barley genotypes under low rainfall condition of Saudi arabia .American – Eurasian j .Agric.& Environ. Sci ; 7(3) :320 -326 **.**

Russell , W , A . (1984) Further studies on the response of corn inbred lines to N fertilizer. May- dica. 24(2): 141-150.

Saad , A , O , M ; Elmoursy , A and G , M , Yakout. (1981) Response of corn yield to foliar application with urea and cycocel (CCC). Res. Bull. Fac. of Agric., Ain Shams Univ. No. 1441**,** 12 p.

Salaymeh , H and A , Loulou . (1989) Plant phenologic stages monitoring using remote sensing techniques. Remote Sensing Scientific Journal issued by the General Organization of Remote Sensing (GORS) in the Syrian Arab Republic. No.5-Nov.1989pp.9-12.

Salem , M , S ; Roshdy , A and M , S , Baza. (1982) Studies on corn fertilization in Egypt. I. Effect of nitrogen and zinc fertilization on yield and yield parts of corn. Annals of Agric. Sci. Moshtohor 18**:** 47-63.

Saxena , C , M ; Das , D , K ; and N , K , Mohta. (1991) Spectral response of soyabean canopy. Annal of Agricultural Research. 12, 315-321.

Schepers , J , S ; D , D , Francis ; M , F , Vigil and F , E , Below . (1992) Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. Commun. Soil. Sci. Plant. Anal. 23: 2173-2187.

Schlemmer , M , R ; D , D , Francis , J , F , Shanahan , and J , S , Schepers (2005) Remotely Measuring Chlorophyll Content in Corn Leaves with DifferingNitrogen Levels and Relative Water Content . Agron. J. 97:106–112 .

Sellers , P, J (1985). Canopy reflectance, photosynthesis and transperation. International Journal of Remote Sensing. 6 (8): 1335-1372.

Shafshak , S , E ; Salem , M , S and A , Roshdy . (1981) Response of corn to nitrogen and boron. An-nal of Agric. Sci. Moshtohor 16**:** 3-16.

Shchmidt and C , H. Tenpas . (1965) Seasonal response of grass fertilized with nitrogen compared to legume – grass mixture . Agro. J. 57 : 428-431 .

Simpson , P , G and K , H , M , Siddique . (1994) Soil type influences relative yield of Barley and Wheat in a mediterranean – type environment , Journal of Agronomy and Crop Science, 172(3) : 147-160 .

Sinebo , W . (2002) Yield relationships of barley grown in a tropical highland , enviroment , Crop Sci , 42(2) : 428-437 .

Stanchev , A and T , S , Ivanova . (1985) Effect of plant density, fertilizer and irrigation on chemical composition and yield of constituents in corn grain. Rasteniev "dni Nauki". 22(6): 41-49.

Stoner, E , R ; M , F, Baumgardner and J , E , Cipra . (1972) Determining density of maize canopy II: Airborne multispectral scanner data. Info. Note 111272. Lab. for Applic. Remote Sensing Purdue Univ., West Lafayette, Indiana.

Taber , H , G and D , F , Cox . (1983) Nitrogen effect on yield and kernel protein content of sweet corn grown on sandy soils. Communications in Soil Sci. and Plant Analysis. 14(7): 585-599.

Thenkabail , P, S ; Ward , A , D ; and J , G , Lyon . (1994) Impacts of agricultural management practices on soybean and corn crops evident in ground-truth data and thematic mapper vegetation indices. ASAE. 37, 989-995.

Thenkabail , P , S ; R , S , Smith and E , D , Pauw . (1999) Hyperspectral vegetation indices and their relationship with agricultural crop characteristics . Rem. Sens . Environ 71(2) : 158-182 .

Thomas , J , R and H , W , Gausman . (1967) Leaf reflectance versus leaf chlorophyll and carotenoid concentration for eight crops. Agron. J. 69: 799-802.

Thomas , J , R and G , F , Oerther . (1972) Estimating nitrogen content of sweet pepper leaves by reflectance measurements. Agron. J. 64:11-13.

Thomas , J , R and H , W , Gausman . (1977) Leaf reflectance vs. leaf Chlorophyl and carotenoid cocentrations for eight crops. Agron. J. 69: 799-802.

Tucker , C , J ; L , D , Miller and R , L , Pearson . (1973) Measurement of the combined effect of green biomass chlorophyll and leaf water on canopy spectroreflectance of the shortgrass prairie. Remote Sensing Earth Resources Tullahoma, Tenn. 2 601-626.

Tucker , C , J ; L , D , Miller and R , L , Pearson . (1975) Shortgrass prairie spectral measurements. Phot. Eng. Rem. Sens. 41: 1157 1162.

Tucker, C , J . (1977) Spectral estimation of grass canopy variables. Remote Sens. Environ., 6, 11-26.

Tucker , C , J (.1978) A comparison pf satellite sensor bands vegetation monitoring. Photgram. Eng. And Remote Sens., 44 (11):1369-1380.

Tucker , C , J . (1979) Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sens. of Environ., 8:127-150.

Tucker , C , J ; B , N , Holben , J , H , Jr , Elgin and J , E , McMurtrey. (1981) Remote sinseng of total dry matter accumulation in winter wheat. Rem. Sens. Env. 11:171-190.

Vin˜a , A ; A , A , Gitelson . (2005) New developments in the remote estimation of the fraction of absorbed photosyntheti- cally active radiation in crops .Geophys Res Lett; 32: L17403.

Vittsenko V , P . (1998) Yield of parental forms of maize. Kukaruza Sorgo, No4, 10-11

Von Steen , D , H ; R , W , Leamer and W , A , Allen . (1969) Proc. Symp. Remote. Sensing. Eviron. 6th pp. 1115-1122.

Walter Shea , E , A ; Privette , J ; Cornell , D ; Mesarch , M , A , and C , J , Hays . (1997) Relations between directional spectral vegetation indices and leaf area and absorbed radiation in alfalfa. Remote Sensing of Environmental. 61 (1): 162-177.

Wiegand , C , L ; H , W , Gausman ; J , A , Cuellar ; A , H , Gerberman and A , J , Richardson . (1974) Vegetation density as deduced from ERTS-I MSS response. Proc. Earth Resources Technol. Satellite-1 Symp., 3rd, 1: 93-116.1973 NASA SP-351 U. S. Gov. Printing Office. Washington, D. C.

Wiegand , C , L , A , J , Richardson and E , T , Kanemasu . (1979) Leaf area index estimates for wheat from LANDSAT and their implications for evapotranspiration and crop modeling. Agron. J. 71:336-342.

Wilman , D ; and Nthoana , M , Zamana . (1982) The content and yield of six elements in four grasses as affected by nitrogen application anal interval between harvest . Fertilizer research ;3: 97-104 .

Wolfe , D , W ; D , W , Henderson ; T , C , Hsiao ; A , Alvino . (1988) Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. II. Photosynthetic decline and longevity of individual leaves. Agron. J. 80, 865–870.

Woodruff , J , R ; Ligon , J ,T and Smith , B , R . (1984) Water table depth interaction with nitrogen rates on subirrigated corn. Agron. J. 76(2): 280-283.

Yordanow , T , I . (2002) Influence of different soil moisture on anatomy of maize leaves and ultrastructure of chloroplasts 2002 . Department of Botany , Faculty of Biolog , Sofia hiversity , institute of plant physiology , Bulgarian Academy of Sciences , 4(3) , 122-132.

Zaki , H , K ; Abd-El Gawad A , A ; Edris , A , S ; and Ibrahem , N , T . (2001) Spectral reflectance of faba bean plants in relation to growth and yield. Arab Univ. J. Agric. Sci. Cairo, 9(1), 245-265.

الفهرس

المخطط النهجي- الفيزيولوجي للنماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية من بيانات الانعكاس الطيفي

الملخص 1

المقدمة 5

الدراسة المرجعية .....

علاقة الصفات الخضرية والعلفية بمستويات التسميد الآزوتي والتزود المائي 10

1 - الذرة الصفراء 10

2 – الشعير 12

3 – الفصة 13

علاقة المؤشرات الطيفية بالصفات الخضرية والعلفية 14

1 - محتوى النبات من الكلوروفيل 14

2 - الكتلة الحية..... 16

3 - دليل مساحة الأوراق 18

4 - المحتوى المائي للنبات 20

5 - مراحل تطور النبات..... 20

أهداف البحث 21

مواد وطرائق البحث 22

منهجية البحث 23

النتائج والمناقشة

الذرة الصفراء

1 - الصفات الخضرية والعلفية 25

1 – 1 - الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو 25

1 – 2 - تأثير عاملي الري والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات 26

1 – 3 - تأثير عاملي الري والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 28

1 – 4 - تأثير التفاعل العاملي لمستويات الري والتسميد الآزوتي على الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 32

2 - المؤشرات الطيفية .....

2 – 1 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو 40

2 – 2 - المؤشرات الطيفية تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي خلال حياة النبات 41

2 – 3 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي 43

2 – 4 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي لعاملي الري والتسميد الآزوتي 47

3 - العلاقات الطيفية – الخضرية

3 – 1 - ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية 53

3 – 2 - المعادلات الرياضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية 54

الشعير

1 - الصفات الخضرية والعلفية

1 – 1 - الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو 59

1 – 2 - تأثير الري والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات 60

1 – 3 - تأثير عاملي الري والتسميد الآزوتي على الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 63

1 – 4 - تأثير التفاعل العاملي لمستويات الري والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 68

2 - المؤشرات الطيفية

2 – 1 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو 78

2 – 2 - المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي 79

2 – 3 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي 83

2 – 4 - المؤشرات الطيفية تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو 88

3 - العلاقات الطيفية – الخضرية والعلفية

3 – 1 - ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية 94

3 – 2 - المعادلات الرياضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية 95

الفصة المعمرة

1 - الصفات الخضرية والعلفية

1 – 1 - الصفات الخضرية والعلفية خلال مراحل النمو 100

1 – 2 - تأثير الري والتسميد الآزوتي في الصفات الخضرية والعلفية خلال حياة النبات 101

1 – 3 - تأثير الري والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 106

1 – 4 - تأثير التفاعل العاملي لمستويات الري والتسميد الآزوتي في الصفات العلفية والخضرية خلال مراحل النمو 113

2 - المؤشرات الطيفية

2 – 1 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو 127

2 – 2 - المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي 128

2 – 3 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي 135

2 – 4 - المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي 140

3 - العلاقات الطيفية - الخضرية

3 – 1 - ارتباط المؤشرات الطيفية – الخضرية والعلفية 148

3 – 2 - المعادلات الرياضية للعلاقات الطيفية –الخضرية والعلفية 149

الخلاصة 153

الاستنتاجات والتوصيات 159

المراجع 160

فهرس الأشكال

- الشكل (1) مراحل العملية الاستشعارية
- الشكل (2) الأشعة الكهرومغناطيسية
- الشكل (3) الطول الموجي والتردد
- الشكل (4) المجال المرئي
- الشكل (5) الانتثار
- الشكل (6) تفاعل الأشعة مع الغطاء النباتي والورقة
- الشكل (7) الاستجابة الطيفية ضمن المجالين المرئي وتحت الأحمر القريب لعدة أهداف أرضية
- الشكل (8) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة
- الشكل (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي في وحدة المساحة المدروسة
- الشكل (10) قيم الإنعكاس الطيفي لنبات الذرة خلال مراحل النمو الخضري
- الشكل (11) الاستجابة الطيفية للذرة الصفراء العلفية خلال مراحل نموها
- الشكل (12) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو لنباتات الذرة الصفراء العلفية
- الشكل (13) المؤشرات الطيفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو تحت تأثير عاملي الري والتسميد الآزوتي
- الشكل (14) الأدلة النباتية لنباتات الذرة الصفراء العلفية خلال مراحل النمو تحت تأثير عاملي الري والتسميد الآزوتي
- الشكل (15) العلاقة بين المؤشر الطيفي (λ 672) واليخضور لنبات الذرة الصفراء العلفية
- الشكل (16) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) والوزن الرطب للذرة الصفراء العلفية
- الشكل (17) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 982) والوزن الجاف للذرة
- الشكل (18) العلاقة بين NDVI و LAI لنبات الذرة
- الشكل (19) العلاقة بين البروتين وNIR-RED
- الشكل (20) العلاقة بين الألياف والمجال الطيفي (λ 355)
- الشكل (21) العلاقة بين الرماد وRED/NIR
- الشكل (22) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة

- الشكل (23) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو تحت تأثيرمستويات مختلفة من الري والتسميدالآزوتي في وحدة المساحة المدروسة
- الشكل (24) قيم الإنعكاس الطيفي للشعير خلال مراحل النمو الخضري
- الشكل (25)الاستجابة الطيفية للشعير خلال مراحل نموه
- الشكل (26) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو لنباتات الشعير
- الشكل (27) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميدالآزوتي
- الشكل (28) قيم الأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميد الآزوتي
- الشكل (29) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 672) واليخضور لنبات الشعير
- الشكل (30) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) والوزن الرطب لنبات الشعير
- الشكل (31) العلاقة بين NDVI و LAI لنبات الشعير
- الشكل (32) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1197) والوزن الجاف لنبات الشعير
- الشكل (33) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 872) ونسبة البروتين الخام لنبات الشعير
- الشكل (34) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1450) ونسبة الألياف الخام لنبات الشعير
- الشكل (35) العلاقة بين المجال الطيفي (λ 1197) ونسبة الرماد لنبات الشعير
- الشكل (36) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو في وحدة المساحة المدروسة
- الشكل (37) الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال مراحل النمو تحت تأثير مستويات مختلفة من الري والتسميد الآزوتي في وحدة المساحة المدروسة
- الشكل (39)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الأولى
- الشكل (40)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الثانية
- الشكل (41)الاستجابة الطيفية للفصة خلال مراحل نموها قبل الحشة الثالثة
- الشكل (42) قيم المؤشرات الطيفية لنباتات الفصة خلال مراحل النمو
- الشكل (43) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير الري والتسميدالآزوتي
- الشكل (44) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ 672) واليخضور لنبات الفصة
- الشكل (45) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ 872) والوزن الرطب لنبات الفصة
- الشكل (46) العلاقة بين قيم انعكاس المجال الطيفي (λ1077) والوزن الجاف لنبات الفصة
- الشكل (47) العلاقة بين قيم الدليل النباتي NIR-RED وقيمة البروتين الخام لنبات الفصة
- الشكل (48) العلاقة بين قيم الدليل النباتي RED/NIR وقيمة الألياف الخام لنبات الفصة
- الشكل (49) العلاقة بين قيم الدليل النباتي NIR-RED وقيمة الرماد لنبات الفصة

فهرس الجداول

- الجدول (1) قيم الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء تبعاً لمعاملتي الري والتسميد في وحدة المساحة المدروسة
- الجدول (2) الصفات العلفية والخضرية لنباتات الذرة الصفراء تحت تأثير التفاعل العاملي بين مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي والتزود المائي
- الجدول (3) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة
- الجدول (4) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الري والتسميد الآزوتي لنباتات الذرة الصفراء العلفية
- الجدول (5) قيم المؤشرات الطيفية لنبات الذرة الصفراء العلفية تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو
- الجدول (6) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية و الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية
- الجدول (7) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الذرة الصفراء العلفية
- الجدول (8) قيم الصفات الخضرية و العلفية لنباتات الشعير خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الري والتسميد في وحدة المساحة المدروسة
- الجدول (9) قيم الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير خلال مراحل النمو تحت تأثير التفاعل العاملي لمستويات الري والتسميد الآزوتي
- الجدول (10) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو المختلفة
- الجدول (11) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال حياة نبات الشعير تبعاً لمعاملتي الري والتسميد الآزوتي
- الجدول (12) قيم المؤشرات الطيفية والأدلة النباتية خلال مراحل النمو تحت التأثير التفاعلي للري والتسميد الآزوتي
- الجدول (13) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير
- الجدول (14) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الشعير
- الجدول (15) الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة خلال حياة النبات تبعاً لمعاملتي الري والتسميد في وحدة المساحة

- الجدول (16) الصفات الخضرية و العلفية تحت تأثير التفاعل العاملي لمستويات الري والتسميد الآزوتي خلال مراحل النمو المختلفة
- الجدول (17) القنوات الطيفية المستنبطة التي تعكس تغيرات الصفات الخضرية والعلفية تحت تأثير عاملي الدراسة خلال مراحل النمو
- الجدول (18) قيم المؤشرات الطيفية خلال حياة النبات وذلك تبعاً للمستويات المدروسة لمعاملتي الري والتسميد الآزوتي
- الجدول (19) قيم المؤشرات الطيفية خلال مراحل النمو تحت تأثير التفاعل لمستويات من عاملي الري والتسميدالآزوتي
- الجدول (20) قيم معامل الارتباط بين المؤشرات الطيفية والصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة
- الجدول (21) النماذج الطيفية لتقدير الصفات الخضرية والعلفية لنباتات الفصة المعمرة