

دليل الحصاد وتربية النبات

كريمة محمد وهيب

أستاذ مساعد

قسم علوم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعة بغداد

Kareema522@yahoo.com

المستخلص

لقد طورت نماذج عديدة لتقدير HI لكنها ما زالت تعاني قصورا في تقدير كفاءة المحصول والانتخاب لتراكيب وراثية ذات قدرة إنتاجية عالية، ذلك أن الحساب أو المعادلة التي توضع يجب أن تتضمن عددا من الصفات بدءا من صفات البذور المزروعة ونسبة بزوغها لان الاختلاف في بزوغ ونمو البادرات والنباتات سوف يؤثر بدءا في هندسة النبات والتزاحم بينها نتيجة التظليل مما يؤثر في اختلاف قوة المصدر الهامة جدا لتكوين المصب. أن ما يتراكم من المادة الجافة بعد التزهير هي التي تسهم بنسبة كبيرة في تكوين المصب، ألا أن زيادة تراكم المادة الجافة بعد التزهير ينتج من زيادة حجم المصدر. أن الفهم الجيد لتجزئة المواد المتمثلة لا يضمن تقدم فعال في تربية النبات وان قصور HI يتطلب تمعنا أكثر في العوامل التي تحكم التجزئة، فتغيير هندسة نظام الجذر، وتحمل الشد والكثافات العالية يحسن من تحمل الشد وتأثير التآثيرات الوراثية المضيئة وغير المضيئة، وانتخاب تراكيب وراثية ذات تراكم عال للكثلة الحيوية بعد التزهير مع اقل شيخوخة للأوراق خلال المدة ما بعد التزهير مع امتلاك قابلية عالية لنقل المواد المصنعة إلى البذور، ألا أن القصور في سعة التغير الوراثي للجبل الوراثية يوشر بعدم وجود فرصة للتحسين بطرائق التربية التقليدية، إذ يقف التداخل الوراثي البيئي دانما عانقا لتشخيص التراكيب الوراثية المتفوقة لبيئة الهدف المحددة. عليه تجب دراسة دليل الحصاد على انه نسبة تجزئة للمادة المتمثلة ويعني هذا أن زيادة HI الناتجة من تجزئة المواد المتمثلة تسهم في زيادة الحاصل فيكون التحكم بها أسهل من التحكم بالحاصل وذلك عن طريق تحسين قابلية النبات على نقل المواد المتمثلة إلى المصب بكمية اكبر من المصدر التي تسهم بدليل الحصاد لأنه لو اعتمدنا على أن HI هو نسبة الحاصل إلى المادة الجافة فحسب، فسيكون الحاصل محددًا لدليل الحصاد وبهذه الحالة سيكون تحسين HI أكثر صعوبة. فإذا ما أريد استخدام دليل الحصاد معيار انتخاب للحاصل يجب أن يكون هناك تباين وراثي وتوريث عال مع كفاءة نقل عالية.

كلمات مفتاحية: الكتلة الحيوية، المادة الجافة الكلية، مدة بقاء الأوراق خضراء، أدلة الطيف المنعكس.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(2): 168-193, 2013 Wuhaib –Review Article

HARVEST INDEX AND PLANT BREEDING

K. M. Wuhaib

Assistant Prof.

Dept. of Field Crop Sci. / Coll. Of Agric. / Univ. of Baghdad

Kareema522@yahoo.com**ABSTRACT**

Many models were developed to estimate harvest index (HI), but all still lack experience in estimating crop efficiency and selecting genotypes with higher productive capacity, for the calculation or equation which lying must be encompass numerous traits, beginning from cultivated seed and rate of emergence, because of the variation in emergency and seedling growth and plants will affect plant architecture and its crowding by shading that leads to variation in source strength which is very important to form the sink. The post anthesis dry matter accumulation contributes with greater ratio in sink formation, but the increasing in post anthesis dry matter accumulation is resulting from increased source size. Thus, management must be act to establish strong source capable to establish and support big better sink. The good understanding of assimilated partitioning don't ensure an effective progress in plant breeding, and the lack in HI requires more care on factors that control the partitioning. The changes in root system architecture, high plant density tolerance improved stress tolerance effect of additive and non additive effects, and select high post anthesis accumulation biomass genotypes with less leaves senescence during post anthesis and possess high ability to translocation assimilate to seed. But the lack in favorable genetic variation within the germplasm pool, gives no chance to improve conventional breeding approaches, thus we should study HI as an assimilated partitioning ratio, and that means that the increasing HI resulting from assimilated partitioning contributed in yield increase, and in this status it is easier control than the control of yield by improving plant ability to assimilate translocation to sink more than to source. In this case it takes part in the increasing of HI. If we consider the HI as the ratio of yield to dry matter it means that yield control the HI, but in this situation, the heritability of yield is low and more affected by environment. If we use HI as selection criteria for high yield, it should be high variation, heritability and high translocation efficiency.

Key words: biomass, Total dry matter, Leaf area duration, Spectral reflectance indices.

المقدمة

ذكر Evans (70) أن Robert قد قدم مقالا عن الحنطة في عام 1947 أوضح فيه بيانات عن حاصل الحبوب وحاصل التبن لعشرة أصناف، وقد لاحظ زيادة حاصل الحبوب بانخفاض حاصل التبن وان أعلى حاصل للأصناف قد امتلك تجزئة أكبر من وزن المجموع الخضري إلى الحبوب. أشار Beaven عام 1920 إلى هذه النسبة بمعامل الهجرة (Migration Coefficient) وسماها Nichiporovich (132) بمعامل الفعالية Coefficient of effectiveness ثم أطلق عليها Donald (52) معامل الحصاد (HI) Harvest index، وبين Dobben (51) في السنة نفسها أهمية دور دليل الحصاد في تحسين جهد حاصل الحنطة مبينا أن الأصناف الهولندية الحديثة لا تنتج وزنا خضريا أكثر من أسلافها القديمة ذات الحاصل العالي. من اللافت للنظر أن الأصول البرية لا يتعدى دليل حصادها 0.2 ما في الحنطة والرز والدخن (16 و 67 و 134) بينما يصل إلى 1.5 أو أكثر عند تحسين المحصول. لما كان دليل الحصاد نسبة الحاصل الاقتصادي إلى الوزن الجاف الكلي فربما يزداد أما بزيادة الحاصل وزيادة اقل نسبيا في الوزن الجاف، أو عدم زيادته، أو لم تحصل زيادة في الحاصل ألا أن الوزن الجاف يقل، وفي هذه الحالة فإن HI سيرتبط بصورة عالية مع الحاصل. ربما يكون HI غير مقنع إذا اعتمد على منتج واحد للمحصول في بعض المحاصيل كالحبوب، فمثلا في الحنطة إذا كان للتبن قيمة عالية كما في بلدان العالم النامي فإن HI ربما يفقد كثيرا من أهميته، كذلك في قصب السكر حيث أشار Irvine (92) إلى أن HI تراوح بين 0.19 إذا كان السكر هو الحاصل الوحيد إلى 0.23 إذا حسب العصير والمولاس من ضمن الحاصل وإلى 0.63 إذا حسبت ألياف الساق وإلى 0.99 إذا استلم المحصول على أساس الطحن. يعد دليل الحصاد احد الأدلة المستخدمة لتقدير كفاءة تجزئة نبات المحصول، ويوضح HI العالي كفاءة تحويل الحاصل الحيوي إلى حاصل اقتصادي (107). أن مفهوم HI بأنه نسبة الحاصل إلى المادة الجافة الكلية تعني أن الحاصل هو الذي يحدد HI، ولكن إذا كان مفهوم HI نسبة التجزئة للمادة المتمثلة فان هذا يعني أن زيادة HI الناتجة من تجزئة المواد المتمثلة تسهم في زيادة

الحاصل. ففي الحالة الأولى زيادة الحاصل هو المحدد لدليل الحصاد وهذه عملية معقدة لان توريث الحاصل قليل ويتأثر بالظروف البيئية كثيرا، أما في الحالة الثانية فان زيادة التجزئة عملية فسلجية يمكن التحكم فيها بصورة أسهل من التحكم بالحاصل وعن طريق التربية أيضا بزيادة قابلية وكفاءة النبات على نقل المواد المتمثلة إلى المصب بكمية أكبر من المصدر، ويتحقق هذا لو تمت الموازنة بين المصدر والمصب بصورة سليمة. على هذا الأساس تمت هذه الدراسة لتوضيح فيما إذا كان HI مهما في تربية النبات كمتغير انتخاب للحاصل العالي أم لا يمكن ذلك من خلال استعراض موسع للمراجع العلمية، فان ظهر عاجزا أو محدودا في قابلية استخدامه فما هي الوسائل التي تزيد من كفاءته وأهميته وما هي وسائل تحسينه؟.

أشكال التجزئة

تختلف أشكال تجزئة المواد المتمثلة كثيرا بين الأنواع وباختلاف الظروف البيئية (184 و 212). وأوضحت التجربة التي نفذها Snyder و Carlson (182) علاقة التحكم الوراثي بالتجزئة، إذ تم انتخاب بادرات بنجر السكر لصفات متضادة وهي أعلى وأقل عدد أوراق نسبة إلى الجذر، وبعد دورتين من الانتخاب اختلفت الذريات في هذه النسبة بنسبة 60%، كذلك تجارب التطعيم التي أوضحت اختلافات وراثية عالية في سعة النمو أو الخزن باختلاف الأعضاء، كما أوضحت تجارب التطعيم المتبادل بين الجذور والأجزاء العليا بين بنجر السكر والشوندر أن التركيب الوراثي للجذر يحدد معدل نمو الجذر والخزن (152)، فقد وجد أن جذر البنجر نما أسرع في الشوندر بغض النظر عن شكل النمو الخضري، وبغض النظر عن شكل الجذر فان أوراق البنجر التي كانت اصغر أصبحت أكبر من المعتاد عندما طعمت على جذور الشوندر. وجدت نتائج مشابهة عندما طعمت على البطاطا الحلوة (82 و 89) وعلى البطاطا (31) وعلى الكسافا (28)، وقد استخدمت آلية من قبل المزارعين في الحالة الأخيرة للحصول على حاصل عالي فوجدت نتيجة مشابهة وهي أن محتوى الجذور أو الدرنة من السكر أو النشا قد حدد أيضا بالتركيب الوراثي وليس بالنمو الخضري. تستخدم كلمة تجزئة Partitioning بمدى واسع من العناوين، فقد تستخدم بين نمو مساحة الأوراق وأعلى نسبة تبادل CO₂ لوحدة مساحة

الدراسة تحت ظروف ري (34 و 66 و 77). أوضح Donald و Hamblin (53) أن زيادة الري تؤدي إلى زيادة HI، ومن المؤكد أن زيادة الري تكون أكثر أهمية عند اخذ الجذر بنظر الاعتبار في تقدير HI. كما لوحظ أن الشد المائي يخفض HI بصورة كبيرة في الذرة الصفراء (45 و 126 و 170 و 138). أدى الإجهاد بسبب نقص الماء إلى تقليل الكتلة الحيوية ودليل الحصاد لأصناف من ألاماش (15 و 166 و 210) وفي الحمص (87) وفي البزليا (121) وفي الباقلاء (160). أشار Monnevenx وآخرون (127) إلى أن لنقص الماء في فترة التزهير تأثيرا شديدا في الكتلة الحيوية والحاصل. للحصول على أعلى حاصل في محاصيل البقول يجب أن يكون هناك أعلى كتلة حيوية وأعلى HI (94). تسهم الكربوهيدرات المخزونة في ساق الحنطة الخشنة بنسبة 25-34% من حاصل الحبوب تحت ظروف النمو المثلى (14) بينما تحت ظروف شد الماء (جفاف) أو الحراري تكون أكبر (128 و 137)، وترتبط الكتلة الحيوية للحنطة الخشنة عند التزهير وخلال مدة ملء الحبوب بصورة موجبة مع حاصل الحبوب (211) ولكن ليس في الأصناف القديمة (20). كما أكدت النتائج التي حصل عليها Campos وآخرون (33) فعالية الانتخاب التكراري تحت الجفاف كوسيلة لتحسين مصادر مجاميع الذرة الاستوائية وذلك بتحسين تجزئة المواد المتمثلة إلى العرنوص عند التزهير.

2- النتروجين

وجد Ong و Everard (136) انخفاض HI في الدخن باستخدام سماد النتروجين، وأن انخفاضه يكون أكثر وضوحا عندما يكون هناك نقص في الماء. كما وجد عند مقارنة أدلة الحصاد لمواقع مختلفة أن HI كان صفرا في احد المواقع التي فيها شد بيئي (ماء + درجة حرارة مع كثافة نباتية عالية) (45). كما لم تكن هناك زيادة كبيرة في HI بزيادة النتروجين في الحنطة إذ زاد من 0.71-0.78 فقط عند تحسين خصوبة التربة (17). يبدو أن توفير النتروجين المختزل حديثا والجاهز يكون أكثر تحديدا لوزن الحبة الجاف خلال مدة ملء الحبوب من جاهزية المواد المتمثلة لوزن الحبة الجاف وهذا يفترض أن التجهيز الجديد والمختزل للنتروجين إلى العرنوص قد يحدد بكمية تجزئة المواد المتمثلة لامتناس النترات واختزالها خلال مدة ملء الحبوب (155). بالرغم من أن

الورقة، أو تستخدم بين مواد التمثيل الضوئي والفقد بالتنفس، أو بين الكربوهيدرات وتكوين النشا، أو بين الكربوهيدرات والمركبات الأخرى، أو بين أعضاء النبات المختلفة. كل هذه التجزئات لها علاقة بالحاصل، ولكن يتم التركيز على التجزئة على مستوى العضو حيث لا تنصب في تحسين الحاصل فقط وإنما أيضا لها تأثير واضح في التجزئة في المستويات الدنيا للأنظمة، فمثلا تؤثر الاختلافات الوراثية في فعالية تمثيل Sucrose phosphate بين أصناف الحنطة وفول الصويا في التجزئة بين السكروز والنشا (90 و 91).

العوامل المؤثرة في دليل الحصاد

لا تعود الزيادة في حاصل الذرة الصفراء التجارية إلى التحسين الوراثي فقط وإنما إلى تحسين العمليات الحقلية، فاستخدام الأسمدة الكيماوية وزيادة مستويات النتروجين واستخدام المبيدات الكيماوية لمكافحة الآفات واستخدام الزراعة بمسافات منتظمة والزراعة المبكرة، كلها أدت إلى زيادة مدة النمو واستثمار الطاقة الضوئية نتيجة زيادة الكثافة النباتية (42). يعزى 40% من الزيادة في الحاصل إلى تحسين العمليات الزراعية بينما 60% تعود إلى التحسين الوراثي (34 و 55 و 116)، أي أن الزيادة 100% نتيجة التداخل الوراثي البيئي (205). لذا فالعوامل المؤثرة في دليل الحصاد يمكن إيجازها بالاتي:

أولاً- العوامل البيئية

يختلف الإسهام الكبير لدليل الحصاد في حاصل الحبوب باختلاف الظروف البيئية وعمليات الخدمة خلال مراحل النمو المختلفة (87 و 131 و 175) ومن العوامل البيئية:

1- الماء

من البديهي أن يكون الماء عاملا محددًا لدليل الحصاد، ذلك أنه يؤثر في جميع العمليات الأيضية التي تحدث داخل خلايا النبات، فقد وجد Peñuelas وآخرون (145) أقوى ارتباط (r = 0.71) بين محتوى الماء للكساء الخضري والوزن الجاف لتجارب مختلفة، وكانت العلاقة بين محتوى الماء (معمداً على أدلة مختلفة للقياس) و Near Infrared Radiation (NIR) في مرحلة النمو التكاثري أعلى منها في مرحلة التكاثر الخضري، وكان أداء التراكيب الوراثية أفضل عند تعديل الشد (المسبب عن نقص الماء) من المسبب عن العوامل الخارجية الأخرى (عوامل التربة والإضاءة) إذ تمت

على تجزئة المادة الجافة بين الاثنتين، ولم يرتبط تركيز بروتين الحبة لا مع N النبات ولا مع N دليل الحصاد. كما أجرى Kapor وآخرون (98) تجربة تضمنت احد عشر تركيباً وراثياً من الحنطة لدراسة تأثير التركيب الوراثية وأربعة أنواع من التربة في دليل الحصاد، وتم الحصول على أعلى HI في التربة الخصبة. أما الدراسة التي أجراها Muchow (129) لمعرفة تأثير إضافة النتروجين في الإسهام النسبي لتراكم المادة الجافة (فوق سطح التربة) قبل وبعد التزهير وامتصاص النتروجين في حاصل الحبوب وتركيزه في الحاصل في أربع بيئات تمثل مناخ استوائي شبه جاف (مختلفة في أنظمة الإشعاع ودرجة الحرارة ومستويات مختلفة من نقص الماء) وتحت توفير مستوى عال من النتروجين 156-612 غم/م² (على أساس الوزن الجاف)، فوجد زيادة جوهرية في تراكم المادة الجافة في كل البيئات باستثناء البيئة واطئة الحاصل خلال مدة ملء الحبوب، ويزداد التراكم بزيادة النتروجين، كما انه وجد في البيئة واطئة الحاصل أن الكتلة الحيوية فقط تتحرك إلى الحبوب قبل التزهير ولم تتأثر هذه الحركة بتوفير النتروجين، ولم تكن هناك استجابة بين النتروجين الممتص خلال مدة ملء الحبوب والنتروجين المستخدم، وكانت هناك استجابة قليلة نسبياً للنتروجين الكلي الممتص خلال دورة الحياة، كما لم يعتمد حاصل الحبوب تحت مستويات مختلفة من النتروجين وظروف بيئية مختلفة على النمو النسبي قبل وبعد التزهير، إلا انه كان يتناسب مع الكتلة الحيوية عند النضج ولم يكن هناك تأثير خاص أو مميز لتوفير النتروجين أو العوامل البيئية في الحاصل الفسيولوجي لأنه لم يفسر الكتلة الحيوية والنتروجين الممتص. كما أضاف أن التغيرات في الكتلة الحيوية لمحصول الذرة البيضاء قد أسهم بنسبة 95% من تغير الحاصل، وان تركيز النتروجين في الحبة لم يرتبط مع كمية النتروجين الممتص قبل وبعد التزهير، إلا أن تغير النتروجين الممتص الكلي قد أسهم بمقدار 92% من تغير تراكم N الحبة. يؤدي نقص النتروجين إلى اختزال مساحة الورقة وتوسعها ومدة بقاءها ومحتوى النتروجين والكلوروفيل فيها والتوصيل الشعري لها والتمثيل الضوئي لوحدة مساحة الورقة (49 و 62 و 139) وهذا يؤدي إلى تقليل الأشعة النافذة وكفاءة استخدامها وبالنتيجة سوف تؤثر في نمو النبات وتراكم المادة الجافة مما

الكاربوهيدرات هي المكون الرئيس للحبة الناضجة إلا أن تجهيز النتروجين المتمثل يلعب دوراً حرجاً في الوزن الجاف المتراكم للحبة (21 و 188)، وذلك لأن CHO تتراكم بينما N المختزل يتحرك من الساق إلى أوراق الذرة الصفراء (155). ذكر Swank وآخرون (188) أن الحاصل المتفوق لبعض هجن الذرة الصفراء له علاقة بسعتها لتراكم النتروجين المختزل خلال مدة ملء الحبوب. كذلك يبدو أن تمثيل بروتين zein في حبة الذرة الصفراء يمكن أن يحدد تراكم الوزن الجاف للحبة، فقد ذكر Reed وآخرون (155) أيضاً أن زيادة تجزئة المواد المتمثلة لامتصاص النترات واختزالها خلال مدة ملء الحبوب سوف تزيد من توفير النتروجين المختزل حديثاً للحبة وربما يعزز الحاصل. كان أعلى حاصل للهجين الذي استمر فيه توفير النتروجين المختزل حديثاً طوال مدة ملء الحبوب، مع ذلك فإن تجزئته أقل من تجزئة الكاربوهيدرات إلى الساق مقارنة بالهجن الأخرى، إلا أن توفير N المختزل إلى العرنوص خلال مدة التزهير لا يكون عاملاً محددًا لتحديد عدد الحبوب وان حبوب نهاية العرنوص قد تجهض لان المواد المتمثلة الجاهزة غير كافية لدعم تشكلها. يشير HI عادة إلى جزء من الكتلة الحيوية في الأعضاء التي تحصد وهو الحاصل، وربما يكون هناك دليل حصاد للنتروجين أو الفسفور أو مكونات أخرى أكثر ملائمة لبعض الأهداف، مثلاً أن HI للحنطة الشتوية قد ارتفع من 0.36 للأصناف القديمة إلى 0.51 للأصناف الحديثة إلا أن HI للنتروجين لم يرتفع تماماً بل على العكس قد انخفض من 0.71-0.78 بتحسين خصوبة التربة (18). بلغ HI للنتروجين في فول الصويا قيماً أعلى بكثير باختلاف طفيف بين الأصناف مقارنة مع HI للمادة الجافة (37)، أما في الشعير فقد زاد من 0.46-0.64 مقابل زيادة من 0.27-0.41 للمادة الجافة (145). أما Desai و Bhatia (47) فقد وجدوا اختلافاً في HI من 57%-83% لمحصول الحنطة، وكانت هناك علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين N النبات والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب وحاصل البروتين، إلا أن العلاقة مع تركيز بروتين الحبة ودليل الحصاد ونتروجين دليل الحصاد لم يكن معنوياً، أما ارتباط دليل حصاد النتروجين مع HI فكان موجباً موضحاً أن توزيع N بين التين والحبة كان بمدى واسع إلا انه غير تام معتمداً

المواد المتمثلة في النبات وكفاءة نقلها، والتركيز على كفاءة النقل لأنه ليس كل المواد المتمثلة تنتقل إلى الأجزاء الشريفة بل أن جزءا منها يبقى في أجزاء من النبات، لذا من الأفضل أن يكون دليل الحصاد نسبة الحاصل إلى الوزن الجاف للكتلة الحيوية فقط وليس الوزن الجاف الكلي لأن الحاصل لا يسهم بتكوين الحاصل حتى لو افترضنا أن أوراق العرنوص في الذرة الصفراء والسفا في محاصيل الحبوب أو القنابات في القطن أو أوراق الكأس في محاصيل أخرى تسهم بعملية التمثيل الكربوني فأنها ليست من الحاصل وإنما من التبن والذي يحسب ضمن الكتلة الحيوية، وهنا من المفترض أن نميز الكتلة الحيوية وهي الوزن الجاف للأجزاء الخضرية للنبات (ساق وأوراق وقد يدخل الجذر ضمنها) وبين الوزن الجاف الكلي الذي يشمل (الساق والأوراق وبقية أجزاء النبات وحتى الجذر أن أمكن فضلا عن المادة الجافة للحبوب). أما في البيئة التي كانت بدون شد فان العلاقة الموجبة كانت ضعيفة ($r=0.28$) نتيجة التغيرات المتشابهة في الكتلة الحيوية وحاصل الحبوب، إذ ارتبط مكوني HI بقوة ($r=0.89$) ولكن أي منهما لم يرتبط بدليل الحصاد نفسه. وقد لوحظ من قيم الارتباطات بين HI لأحد المواقع وحاصل الحبوب للمواقع الأخرى أن HI لأحد البيئات لم يرتبط بحاصل الحبوب للبيئات المختلفة الأخرى، مع ذلك فان الباحثين والمربين يستخدمون HI كونه وسيلة مفيدة لتقييم كفاءة إنتاج الذرة تحت بيئات وأنظمة إدارة مختلفة، لذا يجب أن تؤخذ الكثافة النباتية وبيئات محددة بالحسبان عند تقدير HI. ذكر Tollenaar (197) أن التزاحم يمكن أن يؤثر في تجزئة المادة الجافة، إذ يبقى HI ثابتا لمدى واسع من الكثافات النباتية في الذرة الصفراء ألا انه يبدأ ينخفض عند زيادة الكثافة عن الحد الأمثل لكثافة حاصل الحبوب فزيادة المنافسة تقلل من حجم المصدر فضلا عن حجب الضوء النافذ إلى داخل الكساء فيقل التمثيل الكربوني وبالنتيجة انخفاض الوزن الجاف للكتلة الحيوية وانخفاض أكثر في الحاصل فينخفض دليل الحصاد (59). يزداد ظهور العرنوص الفارغة عند تأخر بزوغ النباتات (113)، ويبدو أن التحسين الوراثي لهجن الذرة القديمة يعود جزئيا إلى تحمل الهجن الحديثة لتأثيرات الشد الناتج عن التزاحم على استخدام المصادر (عمليات تحويل الأشعة الممتصة إلى مادة جافة

يقال من تجزئة المادة الجافة إلى المصعب (26 و 49 و 62 و 135) فيزداد إجهاض الحبوب ويقل وزن الحبة وعدد الحبوب وحاصل النبات و HI (84 و 140 و 168).

3- الكثافة النباتية

يزداد وزن النمو الخضري ووزن الحاصل إلى حد معين بزيادة الكثافة النباتية، في حين يميل HI إلى الانخفاض (1)، تزيد خطورة وحدة التأثير العكسي للكثافة على HI تحت الضغوط ومع الأصناف القديمة المنتخبة للكثافات القليلة. أن الانتخاب لتقليل العرنوص الفارغة في الكثافات الكثيفة هو الطريق الرئيس للحاصل العالي و HI في هجن الذرة الحديثة (75) والتي من المحتمل أن تنعكس على الزيادة في HI (72) بين هجن مطلق في اونتاريو (كندا) بين 1959-1988. يبدو أن HI في الذرة الصفراء يتأثر بالظروف البيئية أكثر من تأثره بالكثافة النباتية والنضج النسبي، كما أن علاقة HI مع حاصل الحبوب في بيئة معينة لا يمكن توقعها في بيئات مختلفة أخرى، لذا يجب اخذ الكثافة النباتية بنظر الاعتبار عند تقدير HI. فقد وجد أن HI يقل بزيادة الكثافة النباتية فوق مستوى الحد الأعلى الحاصل الحبوب (27 و 78 و 197 و 212)، وقد تراوحت بين 0.4-0.50 عند كل المواقع (45) وذلك عند دراسة تأثير أنواع مختلفة من الشد البيئي (ماء ودرجة حرارة وكثافة نباتية) إذ لم تعط الكثافة العالية حاصل حبوب في المواقع التي فيها شد بيئي مائي ودرجة حرارة فكان HI اقل ما يمكن (صفر)، أما في الموقع الذي كان فيه شد بيئي جزئي فان اقل HI كان 0.34 (متغير بتغير الكثافة النباتية في كل موقع) كان الارتباط موجبا وعاليا (0.96 و 0.81) بين حاصل الحبوب و HI في بيئة الشد والشد الجزئي على الترتيب، وهذا يفسر محدودية إنتاج الكتلة الحيوية لكل الكثافات ومجاميع النضج، وبما أن احد مكونات HI هو الكتلة الحيوية بقي ثابتا فان أي تغيير في المكون الأخر (الحاصل) سيصاحب إجباريا بتغير النسبة نفسها. واستنادا إلى هذا وحسب ما ذكره Richard (159) نستطيع القول أن الحاصل والكتلة الحيوية هي مكونات HI أي أنهما يحددانه وكما ذكرنا سابقا أن توريث الحاصل معقد وقليل وتأثره بالظروف البيئة كبيرا لذا فان تحسين HI عن طريقه يكون صعبا، عليه يمكن تصحيح مفهوم HI من نسبة الحاصل إلى المادة الجافة الكلية إلى مفهوم نسبة تجزئة

الحديثة 66% (205). تستخدم معظم برامج الذرة التجارية كثافات نباتية عالية أكثر من 160 ألف نبات/هكتار لتقييم المادة الوراثية (جيرمبلانز)، ويتم الاختبار للكثافة العالية بانتخاب الآباء المتحملة جيدا للكثافة العالية للتضريب بينها (109)، لذا فقد اقترحوا إن تدخل اختبارات الكثافة النباتية العالية عند تطوير السلالات ثم تتم المقارنة عند الكثافات التقليدية وبذا يمكن تحسين تحمل الشد وتأثير التأثيرات الوراثية الإضافية وغير الإضافية.

4- درجة الحرارة

أن لدرجة حرارة الكساء ودرجة حرارة الهواء والتي تم تحسبها عن بعد باستخدام محرار للأشعة تحت الحمراء بأنها ذو علاقة وثيقة بحاصل الحبوب لأصناف الحنطة (72) ومواد تربية أخرى تحت ظروف أروائية عالية الإشعاع. تتخفض درجة حرارة الورقة أقل من درجة حرارة الهواء عند حصول النتج من سطح الأوراق لذا يبقى الكساء بارداً، وكلما كان محتوى النسيج من الماء عالياً كان الامتصاص أكبر وانعكاس أقل وكانت العلاقة قوية بين حاصل الحبوب ومحتوى الماء (19). كذلك كانت الارتباطات قوية بين درجة حرارة الكساء وNIR في مرحلة ظهور السنابل وملء الحبوب، وتشير هذه العلاقة إلى أن التراكيب الوراثية التي محتواها من الماء عالياً لها درجة حرارة كساء واطنة. لذا فالكساء ذات المحتوى العالي من الماء دلالة على تراكيب وراثية ذات كتلة حيوية عالية ناتجة من أكبر معدلات تثبيت كربون مصحوبة بأكبر توصيل ثغري لذا فهي ذات كساء أكثر برودة، لذا تم اقتراح محتوى الماء بديلاً لمعيار انخفاض حرارة بين النباتات (80)، وهذا يساعد مربي النبات لانتخاب تراكيب وراثية ذات محتوى رطوبة أعلى ودرجة حرارة كساء أوطى لتشخيص تراكيب وراثية ذات قدرة عالية على الإنتاج، وإن أفضل مرحلة نمو لاستخدام هذه الأدلة لتشخيص التراكيب الوراثية لإنتاج كتلة حيوية كانت مرحلة تكوين السنابل وملء الحبوب. درس Allen وآخرون (6) تأثير زيادة درجة الحرارة 4.5 م° عن درجة حرارة المحيط (بيئة الزراعة) التي هي 26.4 م°، فوجد أن هناك تأثيراً معنوياً في النمو الخضري وحاصل البذور وHI، إذ انخفضت معنوياً في درجات الحرارة العالية مقارنة بدرجات حرارة بيئة الزراعة، كذلك اختلفت استجابة (24) صنفاً لمجاميع نضج مختلفة من

أي معدل التمثيل الكربوني لوحدة الإشعاع الممتص أو كفاءة التمثيل (204 و205). أن الزيادة المعتدلة في تغير المسافة بين النباتات لا تؤثر في حاصل الحبوب على مستوى الكساء وذلك لتعويض النقص في حاصل حبوب النبات بسبب التزاحم بزيادة حاصل النباتات للكساء. يؤثر الشد بسبب التزاحم في تراكم المادة الجافة إلا أنه لا يؤثر في HI. يقلل التغيرات في ظهور النباتات حاصل الحبوب على مستوى الكساء بسبب انخفاض حاصل الحبوب الذي يرجع إلى انخفاض HI للنباتات مع انخفاض معدل نمو النباتات خلال المدة الحرجة لتشكيل الحبوب خلال التزهير الأثنوي إلى أقل من قيمته لهذا فإن النباتات يمكنها التعويض للعوامل المؤثرة في مسك المصدر (تراكم المادة الجافة) لكن لا يمكنها التعويض عن الانخفاض في العوامل المؤثرة في RU (تجزئة المادة الجافة). إن استخدام كثافات نباتية عالية كوسيلة انتخاب تسمح للمربين باستخدام شذوذ لعمليات المصدر وعمليات المصب. يمكن أن يعرف الشد Stress بأنه تعريض النباتات أما إلى ظروف غير ملائمة حادة أو مزمنة (34 و43 و171). تعد الشذوذ في مجال تجارب النبات الحيوية بأنها انحرافات حادة (متطرفة) في درجات الحرارة والملوحة وحالة الماء عن حدودها الاعتيادية التي تظهر على النبات. أن شد الكثافة النباتية هو من النوع المزمّن والذي ينتج أنياً من عدة ظروف بيئية غير ملائمة تؤدي إلى تقليل الاستفادة من مصادر النمو أو استخدامها (205) تعد الكثافة النباتية شداً متوسطاً من السهل إدارته يؤثر في النبات خلال دورة حياته وإن مستوى الضغط الذي يؤدي إلى تغير يمكن إدراكه يكون كبيراً. من الصعب تعريف المكونات البيئية التي تجعل الكثافة النباتية شداً بيئياً، مع ذلك يمكن أن تعرف بأنها انحراف مزمّن عن ظروف النمو المثلى والتي تحدد النبات أو تعيقه من تحقيق جهده الوراثي، يوافق هذا التعريف التعريف الذي استخدمه Boyer (27) إذ عرف الشذوذ البيئية بأنها تمنع النبات من الوصول إلى جهده الوراثي الكامل للتكاثر. وقد تم تقدير الانخفاض في الجهد الوراثي للتكاثر للنباتات في الولايات المتحدة والناتج عن الضغط (أقل من البيئة الملائمة) بمعدل 70% (66% للذرة الصفراء و82% للحنطة و69% ل فول الصويا و81% للذرة البيضاء)، كما تقدر الفجوة بين الحاصل المتوقع وجهد الحاصل في هجن الذرة الصفراء

تقليل طول النهار في البطاطا من 15-11 ساعة قلل الكتلة الحيوية بنسبة 7% فقط بينما زاد HI من 0.25 إلى 0.58 (122) وتم الحصول على نتائج مماثلة في الرز (5 و 50) والحنطة (176) والذرة الصفراء (65). تؤثر هندسة الكساء في اتجاه انعكاس الأشعة الساقطة، فيقل انعكاس NIR مع تغيير اتجاه الورقة وغالبا عن المستوى الأفقي إلى العمودي في مراحل محددة من دورة حياة النبات (13) وكانت أعلى قيمة لنفوذ NIR إلى الكساء في مرحلة تكون الرؤوس نتيجة لوصول ورقة العلم أعلى توسع ولكون محتوى الماء الكلي أعلى فكان امتصاص الطاقة من الأشعة النافذة إلى الكساء في هذه المرحلة من النمو أكثر. لو تحققت زيادة الحاصل من خلال زيادة كفاءة استخدام الأشعة الضوئية فان احد المسالك لذلك هو زيادة سعة التمثيل الضوئي وقوة المصب، لذا يجب التركيز على تحسين نواتج التمثيل أثناء تطور السنبل وزيادة سعة المصدر الذي بدوره سيزيد من نسبة نواتج التمثيل الضوئي العالية أثناء مدة امتلاء الحبة، فالحاصل كما يحدد بعدد الحبوب فانه يحدد أيضا بعوامل النمو المختلفة أثناء مدة تطور السنبل الفتية قبل التزهير. يمثل عدد حبوب العرنوص ووزنها حجم المصب ومن أهم العوامل المحددة لهما هو توفير المواد المتمثلة للعرنوص المتطور (196)، يمكن أن يزيد عدد الحبوب أو ينقص أما بوفرة الضوء (170) أو بتظليل النباتات (104) خلال مدة النمو التكاثري، فقد وجد أن نشوء وتطور بويضات العرنوص لم تتأثر بشدة التظليل فترة النمو الخضري وان التمثيل الضوئي كان مساويا له في معاملة المقارنة خلال مدة التزهير وملء الحبوب. أما عند استخدام تظليل 80-90% (اعتراض للضوء الساقط) خلال التشكل الخضري انخفض كل من النمو الخضري وعدد الحبوب بصورة كبيرة نسبة إلى معاملة المقارنة وقد اثار النمو الخضري الضعيف في نشوء البويضات ولم يكن التمثيل الضوئي كافيا لملء الحبوب نتيجة الانخفاض الشديد لمساحة الأوراق (58). أما التظليل في مرحلة التزهير فيؤدي إلى زيادة إجهاض المبايض قياسا بمعاملة المقارنة.

6- مدة النضج (مدة بقاء المحصول)

هناك مساران مختلفان لتطور دليل الحصاد بين المحاصيل اعتمادا على نمو عضو الخزن فيما إذا كان Predominant و Terminal كما في محاصيل الحبوب أو مستمرا لمدة

فول الصويا لدرجات الحرارة العالية للمادة الجافة و HI، فقد أدت درجات الحرارة العالية إلى خفض النمو الخضري وحاصل البذور معنويا وذلك لانخفاض HI لكل الأصناف لكل مجاميع النضج.

5- الضوء وطول مدة الإضاءة

يعد تراكم المادة الجافة دالة لطول دورة الحياة واعتراض واستخدام الضوء للأشعة الشمسية الساقطة خلال دورة الحياة. يتم اعتراض الضوء أولا من قبل مساحة الورقة بينما يكون استخدامه دالة للتمثيل الضوئي للكساء الخضري، وهذا له علاقة بالكثافة النباتية كما أسلفنا، فقد أدت مضاعفة دليل المساحة الورقية لهجن من الثلاثينات إلى سنة 2000 إلى زيادة اعتراض بنسبة 20% تقريبا (54). أن تأثير زيادة اعتراض الضوء يعوض جزئيا بالزوايا شديدة الانحدار لزوايا الورقة (زوايا حادة جدا) للهجن الحديثة مقارنة مع الهجن القديمة. أدى ترافق زيادة دليل المساحة الورقية مع زيادة ورقة حادة إلى زيادة في اعتراض الضوء تقريبا 14% للهجن الحديثة مقارنة بالهجن القديمة. قدر الحد الأعلى للزيادة في التمثيل الكربوني للكساء الخضري 15-30% وفقا للزيادة في زاوية الورقة من 30-60° من وهي تعادل ما يقارب 15% من الزيادة الموسمية لتراكم المادة الجافة في الذرة الصفراء وكان الإسهام المشترك للزيادة في LAI وزيادة زاوية الورقة في زيادة DMA 31% (115 و 203). ان زيادة حاصل الذرة الصفراء أكثر من ضعفين في هجن ERA ناتجة من تحسين DMA بنسبة 113% والتي يمكن إرجاعها إلى مقدار التغيير في اعتراض الضوء وفقا للزيادة في LAI والتغير في استخدام الضوء بسبب كون الأوراق العليا للنبات أكثر قائمة مع الاحتفاظ بمساحة أوراق خضراء وتمثيل ضوئي خلال مدة ملء الحبوب. يميل HI للارتفاع بزيادة الإشعاع كما في الحنطة (32 و 182) والكسافا (153)، وقد وجد أن التحكم بطول النهار في بداية نشوء الأزهار وتطورها في عشرة أصناف من فول الصويا له تأثير في HI (94). كذلك عندما تم تعريض هجن من الدخن إلى يوم قصير زاد HI لأربعة هجن بمقدار أكثر من الضعف ليس فقط نتيجة تقليل النمو الخضري وإنما أيضا بزيادة حجم النورة (136). كما وجد أن طول النهار ربما له تأثير أيضا في HI للمحاصيل الجذرية من خلال التحكم بتطورها، فقد لوحظ أن

النوع (68). ذكر Nanja وآخرون (132) أن أعلى إنتاجية في زهرة الشمس يتم الحصول عليها بصورة رئيسية من زيادة معدلات النمو فضلا عن تحسين HI الذي يسهم في تحسين الإنتاجية لمدى محدد. اختلف HI باختلاف موسم النمو والكثافة النباتية ومدى بقاء التركيب الوراثي (مدة النضج)، فقد أظهرت المجموعة متوسطة النضج أعلى HI مقارنة مع مجاميع قصيرة وطويلة مدة النمو وتبين هذه الاختلافات وجود جهد لتحسين HI ومن ثم حاصل البذور لذا قد تستخدم الأصناف أو الهجن متوسطة النضج لإيجاد HI عالي من هذه المواد الوراثية (86 و 205).

7- مدة ملء الحبوب

يزداد تراكم المادة الجافة بتقدم مراحل النمو وكان أعلى تراكم في مرحلة ملء الحبوب في الحنطة الربيعية (63 و 205). ذكر Lee و Tollenaar (109) أن حوالي 50% من المادة الجافة الكلية الموسمية تثبت خلال مدة ملء الحبوب Grain Filling Period (GFP)، وأن 50% الأخرى تثبت خلال فترة التزهير الذكري والأنثوي. تخصص 50% من المادة الجافة الكلية للحبوب وتخصص 50% الأخرى للتلبن (الأوراق والساق والقلوة وأغلفة العرنوص والنورة المذكورة). أن توزيع المادة الجافة عند النضج بين التبن والحبة يسمى دليل الحصاد HI، وأن كل المادة الجافة المخصصة للحبوب تثبت خلال مدة ملء الحبوب ولا تعود إلى المادة الجافة المتكونة قبل التزهير (21 و 36 و 200). أن أعلى قيمة لسعة التمثيل الكاربوني للورقة يكون وقت ظهور الحريرة (192) ثم ينخفض خلال مدة ملء الحبوب (221) موضحا حدوث الشيوخة (182). تميزت التراكيب الوراثية الحديثة بالانخفاض الأصغر في التمثيل الكاربوني للورقة في مرحلة GFP نتيجة التحسين الوراثي لفعالية بقاء الخضرة أو تأخر الشيوخة Stay Green الذي هو بقاء أو الحفاظ على مساحة أوراق خضراء خلال GFP. فإذا كان بالإمكان إطالة مدة ملء الحبوب فإن المادة الجافة ستكون أكثر وتكون متوفرة ومخصصة للحبوب (209 و 221).

8- هندسة النبات

تحدد سعة الخزن للمواد المتمثلة داخل أعضاء النبات وراثيا وليس بسعة النمو الخضري (183)، ولا يكون هذا الاختلاف الوراثي على مستوى الأجناس أو الأنواع بل حتى على

طويلة في التوازن مع نمو أعضاء أخرى كما في قصب السكر والبنجر. أما في محاصيل البقول البذرية فيكون متوسطا إلى حد ما، لذا فإن دليل الحصاد في محاصيل الحبوب يتأثر بالمدة النسبية للمراحل المختلفة من دورة الحياة، إلا أنه يعتمد في محاصيل مثل الكسافا والبنجر السكري على الوراثة والبيئة أكثر وللتان تحددان التوازن بين النمو والخزن. ففي محاصيل الحبوب والبقول يبدأ بالزيادة الخطية بعد التزهير ويصل أعلى قيمة له عند النضج كما في فول الصويا (167)، في حين يبدأ في الكسافا بالزيادة مبكرا ثم يصل إلى قيمة ثابتة على طول فترتي النمو والخزن (151) وفي هذه الحالة فإن دليل الحصاد يعكس الاختلافات الوراثية في التجزئة إلى الخزن كما افترضها (24) ودعمها (38). أما في الحبوبيات فإن التزهير المبكر يحدد تطور النورة ودليل الحصاد وأن التزهير المتأخر يخفض تراكم المادة الجافة ودليل الحصاد بشدة، وهذه العلاقة السالبة انعكاس كبير للظروف البيئية في نهاية الموسم (53). وجد أن أعلى حاصل ودليل حصاد كان في مجموعة النضج الثانية واقلها في مجموعة النضج الأولى والخامسة عند مقارنة عشرة أصناف من فول الصويا تعود لخمس مجاميع نضج (94). مع ذلك فإن دليل الحصاد يتأثر بكثافة المحصول والظروف البيئية أكثر من تأثره بمدة النضج (45). أن انخفاض دليل الحصاد عند مستويات عالية من النيتروجين تكون أكثر وضوحا عندما يكون هناك نقص في الماء وعندما تكون مدة النضج للأصناف طويلة (53)، وقد استنتج Bhatt (22) أن تطويل مدة النمو الفعال أعلى ما يمكن أفضل من زيادة معدل نمو المحصول Crop Growth Rate (CGR) لأنها تسهم أكثر في زيادة جهد الحاصل. أن للهجن المبكرة HI أعلى من الهجن المتأخرة، في بيئات الشد فقط ووفقا للتداخل غير المعنوي (1 و 25 و 29). يحدد الصنف مكوناته الوراثية الفسلجية وهي وزن المادة الجافة TDM وعدد الأيام للنضج DTM و HI، فكلما زاد TDM كلما توقعنا زيادة عدد البذور المنتجة في وحدة المساحة، وكلما زادت DTM اخذ النبات فرصة أفضل لتجميع المادة الجافة من الأجزاء الخضرية والتكاثرية، فإن بقي HI ثابتا أو نقص قليلا فإن زيادة TDM و DTM سوف تزيد حاصل البذور شرط أن يكون موسم النمو كافيا لإكمال دورة حياة النبات الصنف أو

9- الأوعية الناقلة

تعد عاملاً مهماً في التجزئة إذ نعتقد أن كفاءة النقل مهمة جداً، حيث لو توفرت كل عوامل النمو وصار التمثيل الكربوني أعلى ما يمكن فما جدوى ذلك أن لم يكن النقل كفوء. يستلم المصب من رأس الحنطة الذي يقع على الجهة المخالفة للمصدر 3-10% من C^{14} فقط مقارنة بالمصب الذي يقع على الجهة نفسها من المصدر وهذا نتيجة التغير في المقاومة لمسار النقل للحاء المصببات المتنافسة (40)، لذلك يمكن أن تختلف نماذج الحركة (142).

10- الهرمونات

قدم Went في 1939 نظرية تحول المغذيات- أي أن توزيع المواد المتمثلة ربما يحكم بمواد نمو داخلية للنبات تعمل في العمليات النهائية للمصدر (التمثيل الكربوني وتحميل اللحاء) وعلى طول مسار النقل لآلية الانتقال، و/أو في نهاية المصب من خلال تأثيرات في اللحاء غير المحمل وعمليات النمو والخزن. أن التأثيرات الهرمونية تظهر في كل هذه المراحل (141)، وقد تكون مباشرة أو غير مباشرة في النقل والتحميل. لا تكون العلاقة بسيطة بين قوة المصب ومحتواها من الهرمونات، فرغم التذبذب الكبير في محتوى الحبة من السايبتوكاينين والجبرلين والاكسين (217) وحامض الابسيسك (103) فإن نمو حبوب الحنطة ربما يكون بمعدل ثابت لمدة طويلة. والحال نفسه لأزهار الحنطة قبل التزهير (110)، وأكثر من ذلك فإن معدل النمو يتحدد بالفعل المبكر للهرمون، كما في خزن السكر في سلاميات القصب والتي يتحدد حجمها بالتحفيز بالاستخدام المبكر لحامض الجبرليك. وفي حالات أخرى ربما لا تكون مستويات الهرمون كبيرة بالمستوى الذي تختلف فيه الحساسية له والتي تسيطر على التجزئة كما في جينات النقرم في الحنطة والتي تجعل أنسجة الساق والأوراق حساسة للجبرلين، وعادة ما تكون مستويات الجبرلين في جينات النقرم أعلى منها في السلالات المشابهة الطويلة (76). أن العلاقات بين معدل النمو لأي عضو ومخزونها من الهرمون معقدة ولا توجد قاعدة غير قاعدة تغيير أو تعديل قوة المصب (141). يختلف فعل الهرمون من هرمون لآخر ومن عضو لآخر، فقد يعمل السايبتوكاينين مثلاً بتخصص أكثر من الاكسين أو الجبرلين، وقد يتأثر بالطلب من خلال تأثيراته في عدد الخلايا أو مستوى البروتين

مستوى الأصناف للنوع نفسه بل وعلى مستوى الأعضاء للنبات الواحد ومستوى الأعضاء المتشابهة مثل جوزات القطن أو قرينات فول الصويا أو ثمار العنب... الخ. في هذه الحالة يمكن أن تكون العوامل الهندسية مثل الحجم النسبي والمسافة بين المصدر والأوعية الناقلة هي المحدد للبقاء، إذ تعد هذه العوامل الهندسية مهمة أيضاً في المنافسة بين الأعضاء لأنواع المختلفة لكنها في النهاية تتأثر ببقية العمليات غير المعروفة لحد الآن ولكن من المحتمل أن تحدد بالتداخل بين الهرمونات المختلفة للنبات (70). عندما تكون المصببات على نفس البعد من المصدر تكون الأفضلية للمصب الأكبر (40) وكلما كان عدد حبوب السنبيلة أكثر كلما كانت حصة الحبة أكثر، أي أن عرنوص واحد أو رأس واحد يمكن أن يعوض عن العرائص الصغيرة أو الرؤوس الصغيرة المتعددة للأصول البرية، ألا أن Wardlaw (214) وجد أن المسافة نفسها بين المصدر والمصب ليست هي المحدد للنمو وإنما المسافة النسبية عن المصدر للمصببات المتنافسة لها تأثيرها القوي في تجزئة المواد المتمثلة المعلمة (40). أن عدم الاستفادة من المواد المتمثلة بالمصدر ربما تنعكس على مقاومة اللحاء (194) ويتم التغلب عليها بزيادة الحجم النسبي للمصب، وقد يسمح هذا التداخل بتحسين المحصول بمصببات يتراوح موقعها من أعلى النبات (الذرة البيضاء) إلى مصبات في الجذر (البنجر السكري والكسافا). أن تحسين دليل مساحة الورقة الخضراء في بداية ووسط ونهاية موسم النمو هو نتيجة لتحسين تحمل التزاحم Crowding، وتحسين الصفات الظاهرية الفسلجية morph physiological لاسيما التي ترتبط مع تحسين التحمل للتزاحم للتراكيب الوراثية الحديثة والتي تتضمن تقليل الجذر و/أو تقليل اضطجاع الساق وتقصير طول الورقة وزيادة الزاوية القائمة لها وزيادة توجيهها للاستجابة للمنافسة ضمن النوع، كل هذه الصفات تسهم بتحسين استلام الضوء وتوزيع التمثيل الضوئي للكساء ومن ثم زيادة تراكم المادة الجافة وحاصل الحبوب لهجن الذرة الحديثة في ظروف بيئية مزدحمة (109 و 168 و 170 و 204 و 205)، وقد أشار Hammar وآخرون (84) إلى الارتباط القوي في هجن الذرة الحديثة للتعبير في هندسة نظام الجذر والذي سيحسن من الاستفادة من الماء من عمق أكبر للتربة.

المضيف وغير المضيف يحكمان الوزن الجاف وحاصل الحبوب ودليل الحصاد لسنة تراكيب وراثية من الشعير، كما اظهر F_1 لكل الآباء تهجنا للحاصل الحيوي والاقتصادي وهو ناتج من فعل السيادة وتأثيرات التداخل غير الاليلي. وقد أوضحت تقديرات التوريث أن فعالية الانتخاب قد أثرت في HI للمجتمعات المنعزلة من التضريرات. كما أشار Sharma وآخرون (173) أن HI معيار دقيق وموثوق للانتخاب عند تطبيقه على تراكيب وراثية جيدة الحاصل في الأجيال المنعزلة، وقد تراوح HI في الجوت الأبيض بين 0.29-0.33، لذا يمكن استخدامه في الانتخاب لتحسين حاصل الألياف، وهذا يعتمد على مدى وطبيعة التغيرات الوراثي لدليل الحصاد في المجتمع الأصلي (93). وقد ذكر Sims (179) أن تحسين حاصل حبوب الشوفان في أصناف استراليا كان نتيجة زيادة HI دون زيادة في الحاصل الحيوي. ربما يحدد الجهد الوراثي لحجم الحبة وجهدها لاستيعاب المواد المتمثلة بعدد وحجم خلايا الاندوسبرم وقد تتأثر بالظروف البيئية، فإذا كانت درجة الحرارة والرطوبة ملائمة والكاربوهدرات المتوفرة مساوية أو اكبر من قوة المصّب المتشكل خلال انقسام خلايا الاندوسبرم فان الحاصل سيحدد بالجهد الوراثي لحجم الحبة (202). كان التقدم في حاصل حبوب الحنطة نتيجة تجزئة جيدة لنواتج التمثيل الكاربوني (19 و 32 و 169) وقد تعدت هذه الزيادة المنتظمة في تجزئة المواد المتمثلة (HI) نظريا الحد الأعلى (تقريبا 60%) (17) وان أي زيادة أخرى في حاصل الحنطة من خلال تحسين HI سوف يكون محدودا ما لم تكن هناك زيادة في الكتلة الحيوية الكلية للمحصول (158 و 181)، مع ذلك فقد سجلت حديثا زيادة في المادة الجافة للحنطة الربيعية رغم عدم ارتباطها نسبيا مع حاصل الحبوب (181 و 213) والأحدث ارتباطها مع زيادة في الحاصل (178 و 184)، لذا فان برامج التربية تحتاج انتخاب تراكيب وراثية ذات سعة للمادة الجافة أعلى من الحفاظ على معدل تجزئة عالي لنواتج التمثيل الكاربوني، وقد ذكر Nanja وآخرون (131) أن الهجن الحديثة بجانب تحملها الفائق للكثافة العالية فان لها استجابة اكبر لمداخلات النمو كالري والمبيدات الحشرية واستخدام الأسمدة (56 و 195). إذ يعد استخدام النيتروجين مطلق لعدد

بينما قد يعمل الجبرلين بالسيطرة على اتساع الخلايا. ففي حالة وجود منافسة بين الأعضاء فان المرستيم الطرفي يبدو كأنه عائق كبير لشكل النبات الهندسي فتكون الحبوب الطرفية صغيرة جدا وغالبا ما تكون بعيدة عن مصدر المواد المتمثلة وفقيرة الأنسجة الوعائية فيكون بقاؤها وتطورها حرجا. ومن المحتمل أن تسعف بمستويات استثنائية عالية بمواد نمو داخلية. ذكر Nanja وآخرون (132) أن سعة المصّب تعد محددا لدليل الحصاد العالي لذا يستخدم البورون أو TIBA مع NAA لتحسين سعة المصّب ومن ثم تحسين HI مما يؤدي إلى زيادة حاصل البذور في زهرة الشمس.

ثانيا - العوامل الوراثية

عادة ما يشير دليل الحصاد إلى نسبة الحاصل إلى الكتلة الحيوية الكلية للأعضاء التي تحصد، وهذا يدل على أن HI هو صفة وراثية كمية معقدة تتأثر كثيرا بالبيئة. أوضح White و Wilson (218) أن تغير حاصل الحبوب يرتبط بقوة مع التغيرات في الكتلة الحيوية أكثر من ارتباطه بدليل الحصاد. أشار Gampawar وآخرون (77) إلى أن دليل الحصاد صفة تتغير بحسب الصنف. أما Bhatt (23) فقد ذكر أن فعل ألبين المسيطر على أداء دليل الحصاد هو فعل جين مضيف، ألا انه توجد تأثيرات غير مضيفة في بعض التضريرات، وقد وجد أن هناك تهجنا Heterosis لدليل الحصاد في كل التضريرات، واستنتج Frey و Rosiell (162) أن HI يظهر أساسا بفعل جين مضيف (مع وجود بعض الانحراف السالب)، وأضافا أن التضرير بين آباء عالية في HI تميل لإظهار تغير مظهري قليل لدليل الحصاد وبقية الصفات في دراسة توريث HI ومكوناته في 15 تضريرا بين 30 خطا من الشوفان. وجد Watson وآخرون (215) أن أصناف الحنطة الحديثة الربيعية والشتوية أظهرت HI أعلى منه في الأصناف القديمة، واستنتج أن هناك إمكانية لاستخدام HI معيار انتخاب لتحسين الحاصل في الأجيال المبكرة المنعزلة. قارن Devita وآخرون (48) اصنافا ايطالية قديمة وحديثة من الحنطة واستنتج أن الأصناف قصيرة مدة النمو (من الزراعة إلى التزهير) لها HI اكبر (164) ولها حاصل حبوب لوحدة المساحة أكثر (163). استخدم Khalifa (102) بيانات F_1 و F_2 من تضرير تبادلي ووجد من المكونات الوراثية أن فعل الجين

مستويات عالية من إنتاج الكتلة الحيوية تحت ظروف الري في مراحل النمو التكاثري عندما يسهم تراكم الكتلة الحيوية بالحاصل الكلي وذلك بتجزئة المواد المتمثلة إلى الحبوب. وفي دراسة أجريت على محصول الذرة الصفراء وجد اختلافا قليلا في معدل تجميع المادة الجافة خلال مدة ظهور الحبرية بين هجن الذرة الحديثة والقديمة (42 و 207)، واستنتج أن الزيادة في عدد الحبوب في الهجن الحديثة نتيجة التجزئة الأكبر للمادة الجافة إلى الحبوب خلال الفترة الحساسة لتكوين الحبوب، وقد دعم هذه النتائج Echarte وآخرون (60) لهجن الذرة في الأرجنتين ونتائج المقارنة بين الهجن وسلالاتها (61). أكد Duvick (57) أن الهجن التجارية الحديثة الأمريكية تظهر HI أعلى من القديمة عند تعرض نباتاتها إلى ضغوط حيوية تشجع ظهور العرائص الفارغة، ألا أن HI لم يتحسن عند زراعة الهجن الحديثة في كثافات مثلى (205 و 206)، كذلك وجدت زيادة في HI بين الهجن الأرجنتينية (59 و 117)، واكدا على أشكال متغايرة عند استنباط السلالات لهذه الهجن (54 و 79 و 116 و 124). ألا أن التداخل الوراثي - البيئي يكون دائما عائقا لتشخيص التراكيب المتفوقة لبيئة الهدف المحددة لذا يجب دراسة بيئة الهدف لتوقع أداء الهجين (114).

التوازن بين المصدر والمصب

ينتج حاصل الحبوب من تراكم الكتلة الحيوية الجافة وتخصيص جزء أو نسبة من هذه الكتلة الكلية فوق سطح التربة إلى الحبوب. تسمى العمليات المؤثرة في تراكم المادة الجافة DMA في المصدر بمكونات المصدر Source components بينما تسمى العمليات المؤثرة في تحديد المادة الجافة للحبوب في المصب بمكونات المصب. من الضروري بقاء المصدر-المصب في توازن، وان يترافق التحسين في احدها تحسين متزامن في الآخر. تأتي زيادة HI للصنف من طريقتين: زيادة عدد البذور على حساب النمو الخضري القليل، او اطالة مدة امتلاء البذور وكلاهما مرتبط بمعدلات الاعضاء في النبات والمرحلة وعلاقة المصدر بالمصب قبل واثاء وبعد التزهير (68). أن احد الطرائق التي تعمل فيها الضغوط البيولوجية لنبات الذرة الصفراء هو انحراف عمليات المصدر والمصب عن هذا التوازن من احدهما للآخر (109)، فتؤدي زيادة سعة المصدر على

كبير أو لنظام معقد من استجابات اكبر للصفات المظهرية- الفسلجية (49 و 135 و 177 و 187) مثل ارتفاع النبات وقطر الساق وإنتاج مادة جافة وتركيز نيتروجين الورقة وLAI و عدد حبوب النبات وحاصل الحبوب للنبات وحاصل حبوب وحدة المساحة إضافة إلى التأثير في شيخوخة الأوراق. كما تمتاز الهجن الحديثة بتحملها للشد الناتج من النيتروجين وذلك لزيادة كفاءتها في استخدامه (41 و 49). ارتفع دليل الحصاد في الهجين إلى 46% مقارنة بدليل الحصاد للسلالة 37% وذلك نتيجة زيادة نسبة المواد الايضية الجاهزة للمصب (67). وجد Russell (165) أن HI يرتبط ارتباطا عاليا بالحاصل ($r=0.83$) بين 28 خطا (أصناف مفتوحة التلقيح وهجن)، ووجد Kapoor وآخرون (99) علاقة موجبة بين HI وحاصل الحبوب في كل ظروف الحاصل الواطئ في عدد كبير من هجن الدخن اللؤلؤي. أما Peng وآخرون (144) فقد وجد ارتباطا واطنا نسبيا بين HI والحاصل بين 22 خطا من الذرة البيضاء. كما وجد Kwapata و Hall (108) علاقة قوية بين HI بين أصناف اللوبيا. كان دليل الحصاد لهجن زهرة الشمس اكبر منه للأصناف مفتوحة التلقيح (9). بصورة عامة توجد دلائل على أن جهد الحاصل الأكبر للأصناف الحديثة لمحاصيل الحنطة والشعير والشوفان والذرة البيضاء والصفراء يترافق مع وزن جاف اكبر. يعتمد تقدير المادة الحيوية الخضراء من قياسات الطيف المنعكس للموجات المرئية بصورة رئيسية على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية بواسطة الكلوروفيل والصبغات الموجودة. وقد وجد ارتباط سالب قوي بين الموجات المرئية والمادة الجافة في الحنطة تحت ظروف ري محدودة ومستويات واطئة من إنتاج الكتلة الحيوية. وكان الارتباط قليلا بين الأدلة المعتمدة على الموجات المرئية والكتلة الحيوية في المراحل المبكرة من النمو بسبب التركيز العالي للصبغات المختلفة والتي جعلت الأدلة المستخدمة حساسة إلى الاختلاف بين التراكيب الوراثية لإنتاج الكتلة الحيوية (3 و 66). زاد مستوى الارتباط بتقدم مراحل النمو، وعندما بدا النبات يفقد الأجزاء الخضراء الفعالة ضوئيا زاد التباين بين التراكيب الوراثية لعكس الضوء للموجات المرئية، عليه أوضحت هذه الدراسة إمكانية استخدام الأدلة المعتمدة على الموجات المرئية لتشخيص التراكيب الوراثية التي لها

والمصب فبالإمكان إعادة التوازن بإحداث تغييرات فعالة في قوة المصدر و/أو قوة المصب ألا انه هناك حدود لهذه الطاقة للتعويض. فان تم منع حدوث التلقيح لعرنوص الذرة الصفراء فانه سوف يقلل من معدل التمثيل الضوئي ويسبب شيخوخة الأوراق والنضج المبكر (7). بالمقابل فان إزالة ورقة العرنوص بعد أسبوعين من ظهور الحريرة أدى إلى حصول شيخوخة أوراق العرنوص المتبقية وتكوين الطبقة السوداء قبل أربعة أسابيع من معاملة المقارنة. إذن فان عدم التوازن بين المصدر والمصب يؤثر في تراكم المادة الجافة وموعد النضج الذي يختلف باختلاف الموقع والسنة والتكوين الوراثي (196). ألا أن Ahmadzadeh وآخرون (4) بين انه إذا كان بالإمكان زيادة معدل التمثيل الضوئي فأنها تمثل فرصة لتحسين المصدر، ألا أن القصور في التغيرات الوراثي المفضل لمجموعة الجبلية الوراثية توحى بعدم وجود فرصة للتربية التقليدية، ووافقه Richards (159) انه لا فرصة كبيرة للتغيير بتغيير معدل جهد الورقة للتمثيل الضوئي، مع ذلك هناك دلائل على وجود تغيرات وراثي للمصب في مجموعة الجيرمبلارم شمال أمريكا والأرجنتين (44 و 61). أن إحدى الطرق لزيادة حاصل الحنطة الخشنة تحت ظروف البحر المتوسط هو تحسين زيادة انتقال المادة الجافة إلى الحبوب والتي تنتج من زيادة حجم المصدر (الكتلة الحيوية) عند التزهير أو زيادة كفاءة النقل (8 و 222). أشار Evans (70) إلى أن فعالية التوازن تعتمد على اختلاف الضوء الساقط على الأوراق من جهة ومغذيات التربة والماء من جهة أخرى فضلا عن درجات الحرارة، ألا انه في أي نوع من الأنواع وفي مرحلة محددة من التطور فان فعالية التوازن صفة ثابتة سريعة التجدد بعد الإسقاط الجزئي. يعد التحكم بتجزئة المواد المتمثلة عن طريق فعالية التوازن وهندسة النبات وسيلة من وسائل البقاء. ألا أن التركيز على تأثيرات هندسة النبات تؤدي إلى بعض التغير التطوري، وان أي تراكم للمواد المتمثلة سوف يؤثر في التفرع أو الأشطاء أو نشوء وتطور أعضاء التكاثر في بعض النباتات، ولتثبيت مصب جديد مثل مناشيء الأزهار وبقائها وتطورها ومنافستها لسرعة نمو الساق فانه يتوجب تدخل آليات إضافية (هرمونية)، فقد ذكر Qi وآخرون (149) انه يجب الأخذ بالحسبان عند تصميم Ideotypes لمفهوم هندسة ووظائف النبات بمقابل

حساب سعة المصب إلى تكوين أنسجة آخر (أوراق وسوق) تعمل كمصبات، فالأوراق الأرجوانية اللون وأنسجة الغمد والسوق هي علامات تقليدية لزيادة سعة المصدر خلال مدة ملء الحبوب. أما زيادة سعة المصب نسبة إلى المصدر فيؤدي إلى الشيخوخة المبكرة للأوراق والسوق خلال مدة ملء الحبوب، فقد وجد أن حوالي 50% من المادة الجافة الكلية الموسمية لهجن الذرة الصفراء قصيرة الموسم يتراكم خلال فترة التزهير الذكري والأنثوي، وان 50% الباقية تثبت خلال مدة ملء الحبوب (200)، كما وجد أن نبات الذرة الناضج والمزروع ضمن عمليات حقلية تقليدية فان حوالي 50% من المادة الجافة تخصص للحبوب وهي التي تتراكم خلال مدة ملء الحبوب وليس المادة الجافة المتكونة قبل التزهير (21 و 36 و 208)، وتخصص 50% الأخرى لبقايا النبات (أوراق وساق وقولحة وأوراق العرنوص Husk والنورة المذكرة). ذكر Jones و Simmons (96) أن توازنا دقيقا موجودا بين المصدر والمصب خلال مدة ملء الحبوب في الذرة الصفراء، وان أي إرباك لهذا التوازن يمكن أن يسبب انخفاض جوهري في الحاصل فضلا عن تسريع عمليات شيخوخة الأوراق والنضج. تعتمد عمليات التمثيل الضوئي وتوزيع المواد المتمثلة في كساء المحصول بصورة كبيرة على بعضها البعض. ففي الذرة الصفراء يقل معدل التمثيل الضوئي مع تقدم عمر الورقة، مع ذلك يقل هذا الانخفاض بعد التزهير الأنثوي إذا تم الإخصاب بصورة طبيعية (202). كما لوحظ حصول تثبيط للتمثيل الضوئي بتقليل قوة المصب أي تقليل سعة الحبة أو البذرة أو الثمرة لاستيعاب المواد المتمثلة في عدة أنواع (111 و 125)، كما أن تقليل قوة المصدر (قابلية الكساء لإنتاج المواد المتمثلة بواسطة التظليل لكل الكساء باستثناء ورقة واحدة في فول الصويا) في معدل التمثيل الكربوني (195). ويبدو أن مقدار التغير في معدل التمثيل الضوئي له علاقة بمدى التغير في نسبة المصدر-المصب (37) أي أن قوة مصب الحبة يختلف باختلاف التغير في قوة المصدر خلال التطور التكاثري، فيرتبط عدد حبوب العرنوص في الذرة الصفراء بمعدل التمثيل الضوئي اليومي في مرحلة التزهير الأنثوي (64)، وعند تقليل مساحة الأوراق خلال مدة ملء الحبوب فأنها تؤثر في حدوث إجهاض في الحبوب (201) فإذا حصل إرباك في التوازن بين المصدر

صفات المصّب التي تسهم بدليل حصاد عال

أن أي زيادة في حجم المصّب سوف يكون نتيجة لزيادة عدد الحبوب أما بزيادة معدل DMA أو بواسطة تغيير تجزئة DM خلال المدة الحساسة لتكوين الحبوب (المدة القريبة من ظهور الحريرة). من المهم وجود تغاير وراثي لتكوين هذا المصّب. وتعد سعة المصّب محددا لدليل الحصاد العالي. يتحدد وزن الحبة خلال المدة قبل ظهور الحريرة عند ثبات عدد خلايا الاندوسبيرم (95 و 154)، وخلال فترة ملء الحبوب الخطية (96 و 201). من أهم العوامل المحددة لعدد الحبوب ووزنها توفير المواد المتمثلة للعنوص المتطور (196). يمكن أن يزيد عدد الحبوب أو ينقص أما بوفرة الضوء (170) أو بتظليل النباتات (27 و 58) خلال مدة التطور التكاثري كذلك فإن وزن الحبة ينخفض عند إسقاط أوراق النبات خلال فترة ملئ الحبوب الخطية (2 و 202 و 219). ورغم أن الكاربوهدرات المكون الرئيسي للحبة الناضجة إلا أن تجهيز النيتروجين المتمثل يلعب دورا حرجا في الوزن الجاف المتراكم للحبة (21 و 188). تتراكم الكاربوهدرات خلال مدة ملء الحبوب بينما يتحرك النيتروجين المختزل من الساق والأوراق للذرة الصفراء (21) لذا فإن جاهزيته يمكن أن تكون أكثر تحديدا من جاهزية الكاربوهدرات لوزن الحبة الجاف. وقد تبين أن الحاصل المتفوق لبعض هجن الذرة الصفراء له علاقة بسعتها لتراكم النيتروجين المختزل خلال مدة ملء الحبوب (188)، كما يبدو أن تمثيل Zein في حبة الذرة يمكن أن يحدد تراكم الوزن الجاف للحبة. في حين أن توفر النيتروجين المختزل إلى العنوص خلال التزهير لا يكون عاملا محددا لتحديد عدد الحبوب.

الانتخاب لدليل الحصاد

ذكر Babar وآخرون (19) أن هناك ارتباطات موجبة قوية بين درجة حرارة الكساء و NIR في مرحلة تكون الرؤوس وملئ الحبوب في الحنطة الربيعية، توضح هذه العلاقة الموجبة أن التراكيب الوراثية التي محتواها المائي عاليا لها درجة حرارة كساء واطنة لذا فالكساء ذات المحتوى العالي من الماء دليل على تراكيب وراثية ذات كتلة حيوية عالية ناتجة من معدلات تثبيت كربون اكبر مصحوبة بأكبر توصيل ثغري لذا فهي ذات كساء ابرد، عليه اقترح Gutierrez وآخرون (80) أن محتوى الماء يعد بديلا لدرجة حرارة الكساء وان

تطوير نماذج نمو النبات لوظائف الأنسجة وارتباطه بتشكيل أعضاء النبات Organogenesis (46 و 177) والتمثيل الضوئي وتجزئة الكتلة الحيوية والتي كلها تؤدي إلى تحسين تربية النبات (35 و 88 و 112 و 119 و 120 و 143 و 191 و 220). فقد بحث Cilas وآخرون (35) تربية Ideotype من خلال هندسة النبات وبحثه Yin وآخرون (220) من خلال فسيولوجيا النبات باستخدام عمليات تعتمد على موديل نمو النبات وقد اتفق الجميع على وجود علاقة حرجة بين عمليات هندسة و فسيولوجيا النبات خلال نموه (73 و 97 و 118 و 153 و 177)، وقد استخدمت موديلات نبات لإيجاد نباتات مثالية مع ناتج امثل فيما يتعلق بالثوابت الفسلجية (85 و 88). وقد درس العديد من الباحثين (10 و 30 و 74 و 150) مشكلة النبات الأمثل وقد ركزت هذه الدراسات بصورة رئيسية على الأنظمة الزراعية والفنية كاستخدام الأرض والعمل وإنتاج المحصول وإدارة المياه واليات القياس لمحاصيل عديدة كالذرة الصفراء والحنطة والطماطة، وقد اخذوا بنظر الاعتبار العوامل المتعلقة بطرق الزراعة (أنظمة الري وتقنين الماء)، ولم يفلح أحدا منهم في جعل النبات امثل اعتمادا على الثوابت التي وصفت العمليات الفسلجية الداخلية لنمو النبات والعوامل المتعلقة بالثوابت الوراثية أو تحقيق تركيب وراثي جديد لأنواع معينة. استخدم Qi وآخرون (149) صيغتين: زيادة وزن القولحة إلى أعلى وزن أو زيادة وزن القولحة مع زيادة الوزن الكلي للأوراق والساق بالوقت نفسه (على اعتبار أن القولحة والساق والأوراق منتجات ثانوية تستخدم في تغذية الحيوان وكوقود)، ولم يحل كلا الموديلين المشكلة لإيجاد النبات الأمثل ولكن حققت حركية المصدر المصّب الأمثل وأثبتت النتائج أن القرار لتحسين تربية النبات أو لتصميم امثل للنباتات يتم عندما يطور الوقود الحيوي وزيادة أسعار المنتجات الزراعية وضرورة الاهتمام بالمنتجات المرافقة للمحصول عند تصميم العمليات الزراعية ، مع ذلك تبقى هناك صعوبة لحل الاستخدام الأكثر كفاءة لهذه الطريقة لتثبيت العلاقات الكمية بين الجينات وثوابت الموديل، وبناءا على هذا فان الفهم الجيد لتجزئة المواد المتمثلة لا يضمن تقدم فعال في تربية النبات وان قصور HI في بعض المحاصيل يتطلب تمعنا أكثر في العوامل التي تحكم التجزئة.

2- أن تتراكم كتلة حيوية عالية خلال المراحل بعد التزهير مما يؤدي إلى HI وحاصل حبوب عالي. قد تخصص الكتلة الحيوية المنتجة بعد التزهير بكمية كبيرة لملاء الحبوب لذا فان لانتخاب للتركيب الوراثي الذي ينتج كتلة حيوية عالية خلال المدة بعد التزهير سيؤدي إلى إنتاج HI وحاصل بذور عاليين(106)، وقد كانت هناك علاقة معنوية موجبة بين حاصل البذور والمادة الجافة بعد التزهير ($r=0.75$) وبين TDM و Leaf area duration (LAD) ($r=0.49$). أن الاحتفاظ بمدة بقاء مساحة خضراء LAD بعد التزهير مهم جدا وضروري للحصول على إنتاجية عالية في زهرة الشمس ويتم ذلك إما بتقليل شيخوخة الأوراق أو تقليل الإصابة بالأمراض.

3- أن تكون هناك حركة أو انتقال للمواد المتمثلة من الأجزاء الخضرية إلى البذور ينتج عنها HI وحاصل بذور عال، أي زيادة تجزئة الكتلة الحيوية إلى المصب بتحسين صفاته، فقد وجدت علاقة معنوية سالبة بين نسبة الكتلة الحيوية المخصصة للساق والتخت وحاصل البذور وبين HI. أي أن تجزئة المادة الجافة إلى الساق والتخت يجب أن تقلل كي يتم الحصول على HI عالي، وبالمقابل يجب أن تكون نسبة تراكم الكتلة الحيوية بصورة مثلى لهما لأنه من الضروري إن يكون الساق قويا يمكنه حمل وزن الرأس الحامل للبذور، وان يكون التخت كبيرا ليسع عددا كبيرا من البذور. تعتمد كفاءة التجزئة على حركة وانتقال الكاربوهيدرات المخزونة في الساق والتخت وزيادة سعة المصب، وقد وجد أن التراكيب التي لها كتلة حيوية عالية بعد التزهير لها حركة عالية تصل 47% وبالنتيجة HI وحاصل بذور عاليين (83). كما يمكن زيادة HI والإنتاجية بزيادة سعة المصب من خلال زيادة عدد البذور للرأس ووزنها أو كثافتها، لذا يجب انتخاب تراكيب وراثية ذات تراكم عالي للكتلة الحيوية بعد التزهير مع اقل شيخوخة للأوراق خلال المدة ما بعد التزهير مع امتلاك قابلية عالية لنقل المواد المصنعة باتجاه البذور أكثر من تخصصها إلى الساق والتخت.

4- لما كان هناك كميات كبيرة من الكتلة الحيوية محتجزة في أجزاء النبات الخضرية فان أي عملية معالجة لحركة المواد المتمثلة من الأجزاء الخضرية إلى الرأس سيحسن HI وحاصل الحبوب، مثل رش البورون ومنظمات النمو على

دمج معلومات حرارة الكساء ومحتواها من الرطوبة يمكن أن يساعد مربى النبات لانتخاب تراكيب وراثية ذات محتوى رطوبة أعلى ودرجة حرارة كساء أوطئ لتشخيص تراكيب وراثية ذات قدرة إنتاج عالية وقد تم تشخيص التراكيب الوراثية لإنتاج كتلة حيوية من أشكال مختلفة من خطوط التربية للحنطة الربيعية تحت ظروف أروائية. لقد انتخبت محاصيل حقلية عالية في حاصل البذور بمجرد تغيير HI أي إنها بقيت تعطي نفس مجموع المادة الجافة ولكن تم تحسين HI فيها فازداد حاصلها (67). استنتج Rosielle و Frey (161) أن HI يمكن أن يكون وسيلة للانتخاب للنضج وارتفاع النبات وتحمل الكثافة العالية كما يمكن من خلاله توقع قابلية الحاصل (8 و 71 و 180 و 189)، وأنه معيار كفوء للانتخاب غير المباشر للحاصل في الشوفان (162). أدى الانتخاب المكثف لدليل الحصاد إلى زيادة HI وليس زيادة الحاصل وذلك لان الخطوط المنتخبة كانت ضعيفة poor vigor. اقترح Fray و Takeda (190) أن الانتخاب لدليل الحصاد مع معدل النمو يكون أكثر فعالية. أدى الانتخاب لدليل الحصاد العالي في الحنطة إلى تقليل وزن الأجزاء الخضرية وتقليل ارتفاع النبات والتزهير المبكر فكان الحاصل ضعيفا (172) كذلك أدى الانتخاب لدليل الحصاد العالي إلى انخفاض الحاصل في فول الصويا (101). عليه لأجل زيادة الحاصل عن طريق الانتخاب لدليل الحصاد يجب أن يوجه الانتخاب لوزن نبات جاف عال مع وزن حاصل عال أيضا، أي يجب أن تكون الزيادة في حاصل الحبوب أكثر منها في حاصل المادة الجافة وهذا يتوفر في التراكيب الوراثية متأخرة النضج التي تعطي وزن جاف خضري كبير يستثمر لتراكم مادة جافة عال، أما الانتخاب لدليل حصاد عال فهذا لا يعطي مؤشرا جيدا للانتخاب (81).

وسائل تحسين HI

لا يمكن زيادة HI عن طريق التربية فقط وإنما يجب أن يرافقها إدارة حقلية علمية جيدة، ومن هذه الوسائل:

1- لا بد أن تمتلك التراكيب الوراثية تجزئة واطنة للمادة الجافة إلى الساق والقولحة (الذرة الصفراء) (86 و 130 و 131) وتخت القرص (زهرة الشمس) كي تمتلك HI عال (132).

من خلال تحسين دليل الحصاد سوف يكون محدودا ما لم تكن هناك زيادة في المادة الحيوية الكلية للمحصول (17 و158 و181)، ومع أن الوزن الجاف لم يرتبط (نسبيا وحديثا) مع حاصل الحبوب إلا أنه قد سجلت زيادة في المادة الجافة (169 و213)، والأكثر حداثة ارتباط الوزن الجاف مع زيادة في الحاصل (157 و174 و178) لذا فإن برامج التربية تحتاج انتخاب تراكيب وراثية ذات قدرة إنتاج مادة جافة أعلى مع الحفاظ على معدل تجزئة عالي لمنتجات التمثيل الضوئي. يستغرق التقدير المباشر للكتلة الحيوية وقتا وجهدا كبيرين، فضلا عن أن اخذ العينات قد يتضمن أخطاء كبيرة (216) مما يسبب خطأ في تقدير حاصل الحبوب وحاصل المادة الجافة لذا قدم (156) طريقة لانتخاب تراكيب وراثية متفوقة للحنطة الربيعية بوقت مبكر تحت ظروف المطر باستخدام آلية (إتلاف العينة) ألا أن مثل هذه العينات غير ممكن لبرامج تربية النبات حيث العدد الكبير من التراكيب الوراثية التي يتم غربلتها لصفات مرغوبة مختلفة، فاستخدمت آلية سريعة وقوية وهي أدلة الطيف المنعكس حيث تحدد المادة الجافة للتركيب الوراثي دون الحاجة إلى إتلاف العينة (20 و66 و147 و181). تعتمد صفات الضوء المنعكس عن الكساء بصورة رئيسية على امتصاص عند طول موجة خاص ويتصاحب مع صفات نباتية خاصة. يعتمد انعكاس الطيف المرئي (400-700 نانومتر) على امتصاص الضوء من قبل الكلوروفيل والصبغات الأخرى الموجودة كالكاروتين والانثوسيانين. يكون الانعكاس قليل نسبيا وذلك للامتصاص العالي لطاقة الضوء من قبل الصبغات وبالمقابل فإن انعكاس NIR (700-1300 نانومتر) تكون عالية لأنها تمتص من قبل الصبغة وتشتت من قبل أنسجة النبات عند مستويات من الكساء، ومثله كميات كبيرة تعكس مرة أخرى أكثر مما تمتص بواسطة التربة (105). لقد طورت أدلة الطيف المنعكس (SRI) على أساس صيغة رياضية بسيطة وهي النسبة بين الانعكاس عند طول موجة معطى (13) وهي:

$$SR = NIR / VIS$$

$$(NDVI) = (VIS - NIR) / (VIS + NIR)$$

حيث إن NDVI: دليل الاختلاف الطبيعي الخضري Normalized difference vegetation index استخدمت هذه الأدلة لتقدير ثوابت الاختلاف الخضري مثل الكتلة الحيوية الخضراء ودليل مساحة الأوراق الخضراء، ثم

الرأس فإنه يحسن من نقل المواد المتمثلة إلى الرأس فيزداد HI وحاصل البذور. فتحت ظروف مدخلات نمو كافية تحدد الإنتاجية بصورة رئيسية بدليل مساحة الأوراق LAI ومتوسط معدل التمثيل الكربوني NAR ومدة نمو المحصول، وفي المقابل انتقال الكربوهيدرات إلى الأجزاء الاقتصادية والذي يعتمد على كفاءة التجزئة للنبات HI، فقد أظهرت الدراسات في زهرة الشمس أن الإنتاجية الضعيفة تعزى بصورة رئيسية إلى ضعف الكساء الخضري LAI (131) لأن NAR عاليا وليس هو المحدد الرئيس لإنتاج الكتلة الحيوية (39) إذ تعد زهرة الشمس من النباتات التي يكون فيها NAR مساويا أو في بعض الأحيان أعلى بقليل من NAR لأنواع C₄، مع ذلك ومع ارتفاع NAR ألا أن الكتلة الحيوية المتراكمة خلال كل مدة نمو المحصول تعد أقل مقارنة بالعديد من المحاصيل الأخرى المشابهة لها بمدى بقاء المحصول (132) وذلك بسبب انخفاض LAI، لقد أمكن تحسين الإنتاجية من خلال تحسين مساحة التمثيل الضوئي من خلال عمليات حقلية وعمليات تربية (175). كما ذكرنا سابقا أن البورون يلعب دورا مهما في انتقال السكريات، لذا عند رش التربة بالبورون (2 كغم/هكتار) في مرحلة الإزهار تؤدي إلى زيادة HI إلى ما يزيد عن 29% وحاصل الحبوب 35%. كما زاد الحاصل 29% و34% على التوالي عند استخدام TIBA لوحده أو مع NAA (148) إذ يعمل TIBA مثبتا للنقل المستقطب للاوكسينات لذا فإنه يزيد من سعة المصب للرأس وبالنتيجة حركة المواد المتمثلة من الأجزاء الخضرية إلى الرأس. عليه فإن أي محاولة لتحسين نقل المواد المتمثلة من المصدر إلى المصب يحسن HI وحاصل البذور.

تقدير HI

من المتعارف عليه أن يحسب HI من قسمة الحاصل الاقتصادي على حاصل المادة الجافة دون حساب وزن الجذور وكذلك الأوراق الساقطة، لذا فإن تقديره غير سليم وذات قيمة محددة للمقارنة، وقد تعود القيم العالية له نتيجة لهذه المحددات. بين عدة باحثين أن التقدم في حاصل الحبوب سببه الرئيس تجزئة جيدة لمنتجات التمثيل الضوئي (32 و169 و213) وقد تعدت هذه الزيادة المنتظمة في تجزئة المواد المتمثلة (دليل الحصاد) نظريا الحد الأعلى 60% (17) تقريبا، وإن أي زيادات أخرى في حاصل الحنطة

HI للمحصول ، يفترض فيه أن هناك علاقة بسيطة بين HI ومقدار نمو المحصول بعد التزهير، كما طورت واختبرت علاقة بسيطة للحنطة والشعير والذرة البيضاء، ووجد أن أبسط الموديلات يمكن أن تمثل HI بشكل معقول وأهم ما يميزها بساطة تحديد نمو الحاصل وقياسه، وقد أسهم هذا الموديل بتطوير موديل للمحصول بسيط نسبياً ويحتاج إلى معلومات أقل للحصول على توقع معقول لحاصل الحبوب، ويمكن دمج موديل تقدير HI مع موديل المحصول لتعزيز تقدير الحاصل. تعتمد هذه الطريقة البسيطة لتقدير HI من حاصل المحصول على نسبة النمو بعد التزهير Fractional - post anthesis growth (FG) ويفترض أن هناك علاقة خطية أو منحنية بين HI و(FG). يوجد في الموديل الخطي ثابتين هما نقطة التقاطع (HI₀) والانحدار (S). أما العلاقة غير الخطية (الموديل المنحني) فنفترض أن هناك اطراد رتيب monotonic فيتضمن عدم التماثل HI_x ونقطة التقاطع HI₀ و K₁ ثابت يتغير بتغير المعدل. وقد تم رسم العلاقة الخطية أو المنحنية من البيانات الفعلية للحنطة والشعير والذرة البيضاء، وكانت العلاقة الخطية ملائمة للشعير وممثلة لاستجابة HI إلى FG مع كل من HI₀ و S ومقاربة إلى 0.3، في حين كانت العلاقة غير الخطية ملائمة للحنطة أكثر من الخطية، وكانت العلاقة الخطية وغير الخطية كلاهما ملائمة للذرة البيضاء. تعمل هذه الموديلات بصورة معقولة وجيدة في المحاصيل محدودة المصدر خلال مدة ملء الحبوب إلا أنه في حالة المصبب المحدود فإن مقدار التحديد يحتاج إلى توصيف لحساب HI. يمتاز هذا الموديل في سهولة استنتاجه من بيانات الحاصل والحاصل الحيوي عند التزهير والحصاد. أوضح Soltani وآخرون (185) أن فكرة استخدام HI الخطي تتضمن ثلاث ثوابت هي المدة من التزهير إلى بداية الزيادة الخطية في HI (LAG) ووقت توقف الزيادة الخطية في HI (HIM) ومعدل الزيادة الخطية في HI مع الزمن dHI / dt. لذا نحتاج إلى طريقة ملائمة لتقدير دقيق لهذه الثوابت. وقد قام Soltani بمقارنة طريقتين: الطريقة التقليدية (M₁) وهي موديل الانحدار الخطي البسيط (Y=a+bx) وتستخدم لوصف زيادة HI مقابل مدة نمو البذرة. أما dHI / dt فتسجل من b، وان LAG هي -a/b (تستخدم هذه الطريقة بعد

طورت SRI اعتماداً على VIS فقط مثل دليل الانعكاس الكيماوي-الضوئي (PRI) photochemical RI (PRI)=(R₅₃₁-R₅₇₀)/(R₅₃₁ +R₅₇₀) واستخدم لتقدير كفاءة استخدام الأشعة من قبل النبات (146) وكذلك استخدام NIR فقط لتقدير حالة الماء للكساء (145):
 WI=R₉₇₀/R₉₀ Water index : W1
 لقد أثبتت طريقة SRI بأنها مفيدة في تقدير الكتلة الحيوية بصورة مبكرة وقوة التراكيب الوراثية المختلفة (20 و 66). تستخدم هذه الأدلة بكفاءة تحت ظروف ماء محدودة، كما إنها تقيس قوة النبات في المراحل المبكرة، كما إن طريقة SRI و NDVI و SP تستخدم عندما لا يمكن تقدير التغيرات في الكتلة الحيوية بصورة ناجحة وذلك عند تقديرها في مراحل النمو المتأخرة والتي تمت في محصول الحنطة الخشنة (11 و 12). لذلك من الضروري البحث عن انعكاس أطوال موجية أخرى لإثبات فيما إذا كانت هناك علاقة بين الكتلة الحيوية و SRI والتي توفر آلية انتخاب غير مباشر لتمييز التراكيب الوراثية للحنطة الربيعية لإنتاج المادة الجافة. تحتاج التراكيب الوراثية للحنطة ذات الحاصل العالي إلى كساء مبرد تحت ظروف أرواثية (72). وقد وجد Gutierrez وآخرون (80) علاقة موجبة معنوية بين WI و Canopy temperature depression (CTD) في الحنطة الربيعية تحت ظروف الري وقد أثبتت هذه العلاقة في أجيال مختلفة لمجتمع التربية ولتراكيب وراثية ثابتة متطبعة علاقة وراثية حقيقية بين هذين المعيارين الفسلجيين وأعطت معلومات مهمة لمربي النبات لانتخاب تراكيب وراثية ذات قدرة إنتاجية عالية. هناك أهمية في الزيادة الخطية في HI عند تراكم حاصل الحبوب الذي يمكن تقديره من المادة الجافة للمحصول في أي مرحلة من نمو الحبة من غير معرفة عدد الحبوب ولا معدل نمو الحبة (129) فقد زاد HI خطياً خلال مدة ملء الحبوب بأسلوب مشابه لمعدل نمو الحبة وكان معدل الزيادة ثابتاً تقريباً لكل الظروف البيئية المسيطر عليها المستخدمة في الدراسة. يعد تطوير نموذج لتوقع حاصل المحصول وفهم العوامل المؤثرة فيه تطويراً مهماً، إذ أن استخدام طرق بسيطة نسبياً وعلاقات في موديلات المحصول تكون أفضل إذا ما تم الحصول على توقع ملائم. قدم Kemanian وآخرون (100) طريقة بسيطة نسبياً لتقدير

أن يدرس كنسبة تجزئة للمواد المتمثلة أولاً وان يكون هناك تعابير وراثي له ثانياً وان يعمل على زيادة وكفاءة النقل للمادة الجافة إلى البذور ثالثاً.

REFERENCES

1. Adalana, B.O. and G.M. Mulbourn. 1972. The growth of maize. 11. Dry matter partition in three maize hybrids. J.Agric.Sci.78:73-78.
2. Afuakwa, J.J., R.K. Crookston, and R.J. Jones. 1984. Effect of temperature and sucrose availability on kernel black layer development in maize. Crop Sci. 24:285-288.
3. Ahlrichs, J.S. and M.E., Bauer.1983. Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. Agron. J. 75: 987-993.
4. Ahmadzadeh, A., E.A. Lee, and M. Tollenaar. 2004. Heterosis for leaf CER during the grain filling period in maize. Crop Sci. 44 : 2095 - 2100.
5. Akita, S. 1989. Improving yield potential in tropical rice. In Progress in Irrigated Rice Research. IRRI, LosBaño pp.41-47.
6. Allen, L.H., J.B. Kenneth, P.V. Vara Prasad, and J.M.G. Thomas. 2006. Searching for seed yield tolerance of soybean cultivars to high temperatures. Agric. Res. Serv. 75.
7. Allison, J.C.S. and H. Weinmann. 1970. Effects of absence of developing grain on carbohydrate content and senescence of maize leaves. Plant Physiol.46:435-436.
8. Alvaro, F. J. Isidro, D. Villegas, L.F. Garcíadel Moral, and C. Royo. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. Agron.J.100: 361-370.
9. Amir, H.A. and F.M. Khalifa. 1991. Performance and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under rain fed and irrigated conditions in Sudan. J. Agric. Sci..116: 245-251.
10. Angelis, L. and C. Stamatellos. 2004. Multiple objective optimization of sampling designs for forest inventories using random search algorithms. Comput. Electron. Agric. 42: 129 -148.
11. Aparicio, N., D. Villagas, J. Casadesus, J.L. Araus, and C. Royo 2000. Spectral vegetation indices as non destructive tools for determining durum wheat yield. Agron. J.92 : 83-91.

النضج الفسلجي (HIM). إما الطريقة الثانية (M_2) فتعتمد على استخدام نموذج الانحدار غير الخطي (المتقاطع) الذي يتألف من خطين متقاطعين: خط الانحدار $Y=a+bx$ للزيادة الخطية في HI ($b= dHI /dt$) وLAG ($-a/b$) والخط الأفقي ($Y=a+bx_0$) الذي يحدد (x_0) وبالنتيجة يحدد HI (HI_{max}). استخدم لرسم هذا الخط بيانات HI مقابل المدة لثلاثة عشر صنفا ربيعيا من الحنطة المزروعة تحت ظروف مطر، كان النموذج المتقاطع من الدرجة الأولى لوصف HI مع الزمن جيدا مقارنة مع الدرجة الثانية Quadratic والثالثة Cubic. وقد تراوحت قيمة R^2 له بين 0.93-0.98 لذا يمكن استخدامه لهذا الغرض، وعند مقارنة الثوابت المقدرة بالطريقة التقليدية M_1 مع HI_{max} كانت M_1 غير دقيقة وان عجزها في تقدير HI ربما يعود إلى أن ثوابتها تكون مصدر للخطأ في توقع حاصل الحبوب اعتمادا على الزيادة الخطية في HI حيث أن $RMS=5.4\%$ للطريقة الأولى في حين انه كان 0.3% للطريقة الثانية وعليه فان الطريقة الثانية هي الأفضل لذا يفضل استخدامه مستقبلا. كما استخدم Merah وآخرون (123) نظير الكربون المميز للحبة معيارا لتوقع كفاءة تجزئة الكربون للحبة (دليل الحصاد) ولحاصل الحبوب ووجد انه أفضل من نظير الكربون المميز لورقة العلم للانتخاب لتحسين الحاصل تحت ظروف البحر الأبيض المتوسط. نستخلص مما تقدم أن من الضروري تكوين مصدر جيد من جذر وساق وأوراق ليقوم بتمثيل ضوئي عالي اعتمادا على هندسة النبات وبقاء الأوراق خضراء وموسم نمو كامل واستثمار للطاقة الضوئية وكفاءة استخدام الماء والمغذيات. ألا أن هذا لا يكفي إلا بوجود عملية نقل كافية وكفاءة لنقل اكبر كمية من المصدر إلى المصب بوجود توازن جيد بينهما وان يكون تراكم المادة الجافة بعد التزهير ونقلها إلى البذور بكمية اكبر من تكوينها للكتلة الحيوية فيزيد دليل الحصاد، إي أن دليل الحصاد يعتمد على الحاصل، وكما نعرف أن توريث الحاصل معقد لتأثره بعدد جينات لا تعد ولا تحصى وتأثر هذا العدد الهائل بالظروف البيئية التي تحرف العمليات الحيوية عن مسارها لو أصبحت ضغطا بيئيا وعليه لا يكون HI دليل انتخاب ناجح أن اخذ كمفهوم نسبة الحاصل إلى المادة الجافة الكلية. ولهذا أن أريد أن يكون دليل الحصاد معيارا فعلا للانتخاب يجب

22. Bhatt, G.M. 1976. Variation of harvest index in several wheat crosses. *Euphytica* 25 : 41 -50.
23. Bhatt, G. M. 1977. Response to two way selection for harvest index in two wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. *Australian J of Agric Res.* 28: (1): 29-36.
24. Boerboom, B.W. J. 1978. A model of dry matter production in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Neth. J. Agric. Sci.* 26: 267-277.
25. Bonciarelli, F., and M. Monotti. 1975. Growth analysis of hybrid corn of different earliness. *Maydica* 20:39 -55.
26. Boomsma, C.R., J.B. Santini, M. Tollenaar and T.G. Vyn. 2009. Maize morpho-physiological responses to intense crowding and low nitrogen availability: An analysis and review. *Agron. J.* 101:1426-1452.
27. Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443-448.
28. Bruijn, G.H.de, T.S. Dharmaputra. 1974. The Mukibat system, a high-yielding method of cassava production in Indonesia. *Neth. J. Agric. Sci.* 22:89 -100.
29. Bryant, H.T., and R.E. Blaser. 1968. Plant constituents of an early and a late corn hybrid as affected by row spacing and plant population. *Agtron. J.* 60 : 557 -559.
30. Buddadee, B., W. Wirojanagud, D.J. Watts, and R. Pitakaso. 2008. The development of multi-objective optimization model for excess bagasse utilization ; a case study for Thailand, *Environ. Impact Assess Rev.* 28:380-391.
31. Bunemann, G. and A. Grassia. 1973. Growth and mineral distribution in grafted tomato/potato plants according to sink number. *Sci. Hort.* 1:13-24.
32. Calderini, D.F., M.F. Dreccer, and G.A., Slafer. 1997. Consequences of breeding on biomass, radiation interception and radiation use efficiency in wheat. *Field Crop Res.* 52 : 271 - 281.
33. Campos. H., M. Cooper, G.O. Edmeades, C. Löffler, J.R. Schuller, and M. Ibañez. 2006. Changes in drought tolerance in maize associated with fifty years of breeding for yield in the U.S. corn belt. *Maydica* 51: 369-381.
12. Aparicio, N., D. Villegas, J.L. Araus, J. Casadesus, and C. Royo. 2002. Relationship between growth traits and spectral vegetation indices in durum wheat. *Crop Sci.* 42: 1547-1555.
13. Araus, J.L., J. Casadesus, and J. Bort. 2001. Recent tools for the screening of physiological traits determining yield. In M.P. Reynolds, J.I. Ortiz - Monasterio, and A. McNab (ed.) *Application of Physiology in Wheat Breeding.* CIMMYT, Mexico, D.F, P 59 -77.
14. Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli, and M. Mariott. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *Eur. J. Agron.* 25 : 309 -318.
15. Asaduzzaman, M.D., M.D. Fasulul Karim, M.D. Jafar ullah, and M. Hasanuzzama. 2008. Response of mung bean (*Vigna radiate*) to nitrogen and irrigation management. *Am. Euras. J. Sci. Res.* 3 : 40 -43.
16. Austin, R.B., C.L. Morgan and S.G. Bhagwat. 1982. Flag leaf photosynthesis of *Triticum aestivum* and related diploid and tetraploid specie. *Ann. Bot.* 49:177- 189.
17. Austin, R.B., J. Bingham, R.D. Blackwell, L.T. Evans, M.A. Ford, C.L. Morgan, and M. Taylor. 1980. Genetic improvement in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. of Agric. Sci.* 94 : 675- 689.
18. Austain, R.B., M.A. Ford and C.L. Morgan. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat, a farther evaluation. *J. of Agric. Sci.* 121:259-301.
19. Babar, M.A., M.P. Reynolds, M. van Ginkel, A.R. Klatt, W. R. Raun, and M.L. Stone. 2006. Spectral reflectance indices as potential indirect selection criteria for wheat yield under irrigation. *Crop Sci.* 46:578-588.
20. Bellairs, M., N.C. Turner, P.T. Hick and C.G. Smith. 1996. Plant and soil influences on estimating biomass of wheat in plant breeding plots using field spectral radiometers. *Aust. J. Agric. Res.* 47:1017-1034.
21. Below, F.E., L.E. Christensen, A.J. Reed, and R.H. Hageman. 1981. Availability of reduced N and carbohydrate for ear development of maize. *Plant Physiology* 68 : 1186 -1190.

- models. In Jorgensen, S., B. Fath, (eds.). Ecological Models. 4 : 2824 -2837.
47. Desai, R.M. and C.R. Bhatia. 1978. Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat cultivars varying in their grain protein concentration. Euphytica. 27(2):65-72.
48. DeVita, P., O.L. D. Nicosia, F. Nigro, C. Platani, C. Riefolo, N. DiFonzo, and L. Cattivelli. 2007. Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century. Eur.J.Agron. 26 ; 39-53.
49. Ding, L., K.J. Wang, G.M. Jiang, D.K. Biswas, H. Xu, L.F. Li, and Y.H. Li. 2005. Effects of nitrogen deficiency on photosynthetic traits of maize hybrids released in different years. Ann. Bot. 96:925-930.
50. Dingkuhn, M., H.F. Schnier, S.K. DeDatta, E. Wijanco, and K. Dorffling. 1990. Diurnal and developmental changes in canopy gas exchange in relation to growth in transplanted and direct-seeded flooded rice. Aust. J. Plant Physiol. 17 ; 119-134.
51. Dobben, W. H. Van. 1962. Influence of temperature and light conditions on dry matter distribution, development rate and yield of arable crops. Neth. J. Agric. Sci. 10 : 377 -389.
52. Donald, C.M. 1962. In search of yield. J. Aust. Agric. Sci. 28: 17 -178.
53. Donald, C.M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereal as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28 : 361 - 405.
54. Duvick, D.N., J.C.S. Smith, and M. Cooper. 2004. Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program. Plant Breed. Rev. 24;109-151.
55. Duvick, D.N. 1992. Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. Maydica. 69-79.
56. Duvick, D.N. 2001. Biotechnology in the 1930s; the development of hybrid maize. Nat. Rev. Genet. 2:69-74.
57. Duvick, D.N. 2005. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays L.*). Adv. Agron. 86 : 83-145.
58. Early, E.B., W.O. McIlrath, R.D. Sief and R.H. Hageman. 1967. Effect of shade applied at different stages of plant development on corn (*Zea mays L.*) production. Crop Sci. 7 : 151 -156.
34. Cardwell, V.B. 1982. Fifty years of Minnesota corn production : Sources of yield increase. Agron. J. 74: 984-990.
35. Cilas, C., A. Bar-Hen, C. Montagnon, and C. Codin. 2006. Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. Ann. Bot. 97 : 405- 411.
36. Cliquet, J.B. M.E. Deleens, and A. Mariotti. 1990. C and N mobilization from stalk and leaves during kernel filling by ¹³C and ¹⁵N tracing in *Zea mays L.* Plant Physiol. 94 : 1547 -1553.
37. Clough, J., M.M. Peet and P.J. Kramer. 1981. Effects of high atmospheric CO₂ and sink size on rates of photosynthesis of a soybean cultivar. Plant Physiol. 67:1007-1010.
38. Cock, J.H. 1983. Cassava. In Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments. IRRI, Los Baños. PP. 341-359.
39. Connor, D.J. and V.O. Sadras. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. Field Crop Res. 30 : 333 -389.
40. Cook, M.G. and L.T. Evans. 1983. The role of sink size and location in the partitioning of assimilates in wheat ears. Aust. J. Plant Physiol. 10 : 313-327.
41. Coque, M. and A. Gallais. 2007. Genetic variation among European maize varieties for nitrogen use efficiency under low and high nitrogen fertilization. Maydica 52:1547-1553.
42. Crosbie, T.M., S.R. Eathington, G. R. Johnson, M. Edwards, R. Reiter, S. Stark, R.G. Mohanty, M. Oyervides, R.E. Buehler, A.K. Walker, R. Delannay, J.C. Pershing, M.A. Hall, and K.R. Lamkey. 2006. Plant Breeding, Past, Present, and Future. Blackwell Publishing, Oxford, UK. PP. 3-50.
43. Cushman, J.C. and H.J. Bohnert. 2000. Genomic approaches to plant stress tolerance. Curr. Opin. Plant Biol. 3 : 117 -124.
44. D'Andrea, K.E., M.E. Otegui, A.G. Cirilo, and G. Eyherabide. 2006. Genotypic variability in morphological and physiological traits among maize inbred lines—nitrogen responses. Crop Sci. 46 : 1266 -1276.
45. Deloughery, R.L. and R.K. Crookston. 1979. Harvest index of corn affected by population density, maturity rating and environment. Agron. J. 71: 577-580.
46. deReffye, P., E. Heuvelink, D. Barthélémy, and P.H. Cournède. 2008. Plant growth

70. Evans, L.T. 1993. Crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge Univ. Press, P.500.
71. Fischer, R.A. and Z. Kertesz. 1976. Harvest index in spaced populations and grain weight in micro plots as indicators of yielding ability in spring wheat. *Crop Sci.* 16 ;55 -59.
72. Fischer, R.A., D. Rees, K.D. Sayre, Z.M. Lu, A.G. Codon and A.L. Saavedra. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomata conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.* 38:1467-1475.
73. Fourcand, T., X.P. Zhang, A. Stokes, H. Lambers, and. Korner. 2008. Plant growth modeling and applications : the increasing importance of plant architecture in growth models. *Ann. Bot.* 101: 1053 -1063.
74. Francisco, S.R. and M. Ali. 2006. Resource allocation trade-offs in manila's per urban vegetable production systems : an application of multiple objective programming. *Agric. Syst.* 87 : 147-168.
75. Frey, R.L. and J. Janick. 1971. Response of corn (*Zea mays* L.) to population pressure. *Crop Sci.* 11: 220 -224.
76. Gale, M.D. and S. Yousseffian. 1985. Dwarfing genes in wheat. In *Progress in Plant Breeding vol.1*(ed. G.E. Russell). Butter worths, London. PP.1-35.
77. Gampawar, A.S., R.M. Zinjarde, and A.S. Ingole. 2002. Evaluation of sorghum cultivars for forage production under rain fed conditions. *J. Soils Crops*, 12:145- 146.
78. Geneter, C. F. and H.M. Camper. 1973. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. *Agron. J.* 65 : 669 -671.
79. Gethi, J.G.J.A. Labate, K.R. Lamkey, M.E. Smith, and S. Kresovich. 2002. SSR variation in important US maize inbred lines. *Crop Sci.* 42 : 951 – 957.
80. Gutierrez-Rodriguez, M.M. P. Reynolds, J.A. Escalante-Estrada, and M.T. Rodriguez-Gonzalez. 2004. Association between canopy reflectance indices and yield physiological traits in bread wheat under drought and well-irrigated conditions. *Aust. J. Agric. Res.* 55 : 1139 -1147.
81. Hadi, B.H. and K.M. Wuhaib. 2010. Heritability and genetic gain in maize. *Al-Anbar. J. of Agric. Sci.* 8(1):96-107.
59. Echarte, L., and F.H. Andrade. 2003. Harvest index stability of Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crop Res.* 82:1-12.
60. Echarte, L., F.H. Andrade, C.R.C. Vega, and M. Tollenaar. 2004. Kernel number determination in Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993. *Crop Sci.* 44; 1654 – 1661.
61. Echarte, L. and M. Tollenaar. 2006. Kernel set in maize hybrids and their inbred lines exposed to stress. *Crop Sci.* 46 ; 870 – 878.
62. Echarte, L., S. Rothstein, and M. Tollenaar. 2008. The response of leaf photosynthesis and dry matter accumulation to nitrogen supply in an older and a newer maize hybrids. *Crop Sci.* 48: 656-665.
63. Edmeades, G.O., M. Bänziger, H. Campos, and J. Schussler. 2006. Improving tolerance to a biotic stresses in staple crops : Arandom or Planned Process. In K.R. Lamkey and M. Lee (ed.) *Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer. International Symposium.* Blackwell Publ., Oxford, UK. P.293-309
64. Edmeades, G. O. and T.B. Daynard. 1979. The relationship between final yield and photosynthesis at flowering individual maize plants. *Can. J. Plant Sci.* 59 : 585- 601.
65. Edmeades, G., and M. Tollenaar. 1990. Genetic and cultural improve- ments in maize production. In *Proc. Intl. Congr. Plant Physiol.* New Delhi, India (ed. S.K. Sinha, P.V. Sane, S.C. Bhargava and P.K. Agrawal. *Indian Agric. Res. Institute, New Delhi.* 1: 164 -180.
66. Elliott, G.A. and K.L. Regan. 1993. Use of reflectance measurements to estimate early cereal biomass production on sand plain soils. *Aust. J. Exp. Agric.* 33 : 179 183.
67. Elsahookie, M.M. 2007. Dimensions of SCC the theory in a maize hybrid-inbred comparison. *The Iraqi J. of Agric. Sci.* 38(1) : 128-137.
68. Elsahookie, M.M. 2009. Seed Growth Relationships. Ministry of Higher Education and Scientific Research. Republic of Iraq. PP.150.
69. Evans, L.T. and M.G. Bush. 1985. Growth and development of channel millet (*Echinochloa turneriana*) in relation to its potential as a crop plant and compared with other *Echinochloa* millet. rice and wheat. *Field Crops Res.* 12 : 295 -317.

93. Islam, Md.R., M.M. Islam, M. Nuruzzaman, S. Akhtar, Abul Fasal Mollah, R.K. Ghosh, A.K.M. Shahadat Hossain and L. Rahman. 2002. Study of harvest index and genetic variability in white jute (*Corchorus capsularis*) germplasm. *J. of Bio.Sci.* 2(6): 358-360.
94. Johnson, D.R. and D.J. Major. 1979. Harvest index of soybean as affected by planting date and maturity rating. *Agron. J.* 71: 538-541.
95. Jones, R.J., J. Roessler, and S. Quattar. 1985. Thermal environment during endosperm cell division in maize; Effects on number of endosperm cells and starch granules. *Crop Sci.* 25: 830-834.
96. Jones, R.J. and S.R. Simmons. 1983. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. *Crop Sci.* 23: 129-134.
97. Kaitaniemi, P., J.S. Hanan, and P.M. Room. 2000. Virtual sorghum: visualization of partitioning and morphogenesis. *Comput. Electron. Agric.* 28: 195-205.
98. Kapor, Z., S. Petrovic and M. Dimitrijevic. 2006. Variability of plant height and harvest index of various wheat genotypes cultivar on chernozem and solonch. *Genetika*, 38(1): 75-82.
99. Kapoor, R.L., H.P. Yadav, P. Singh, I.S. Khairwal, and B.N. Dahiya. 1982. Genetics of harvest index, grain yield and biological yield of pearl millet. *Indian J. Agric. Res.* 52: 630-633.
100. Kemanian, A.R., C.O. Stockle and D.R. Huggins. 2007. Estimating grain and straw nitrogen concentration in grain crops based on aboveground nitrogen concentration and harvest index. *Agron. J.* 99: 58-165.
101. Kenworthy, W.J., and C.A. Brim. 1979. Recurrent selection in soybeans. I. Seed yield. *Crop Sci.* 19: 315-318.
102. Khalifa, M.A. 1980. The inheritance of harvest index in barley. *Barley Genetics Newsletter*. 9: 5254.
103. King, R.W. 1976. Abscisic acid in developing wheat grains and its relationship to grain growth and maturation. *Planta* 132: 43-51.
104. Kiniry, J.R. and J.T. Ritchie. 1985. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. *Agron. J.* 77: 711-715.
82. Hahn, S.K. 1977. A quantitative approach to source potentials and sink capacities among reciprocal grafts of sweet potato varieties. *Crop Sci.* 17: 559-562.
83. Hall, A.J. D.J. Connor, and D.M. Whitfield. 1989. Contribution of pre anthesis assimilates to grain filling in irrigated and water stressed sunflower crops. I: Estimates using labeled carbon. *Field Crop Res.* 20: 95-112.
84. Hammar, G.L., Z. Dong, G. Mclean, A. Doherty, C. Messina, G. Schussler, C. Zinselmeier, S. Paszkiewicz, and M. Cooper. 2009. Can changes in canopy and root system architecture explain historical maize yield trends in the US Corn Belt? *Crop Sci.* 49: 299-312.
85. Haverkort, A.J., and C. Grashoff. 2004. Ideotype - potato a modeling approach to genotype performance. In Mackerron, D. K. L., A.J. Haverkort (ed.), *Decision support systems in potato production bringing models to practice*. Wageningen Academic Publisher, P 199-211.
86. Hegde, M.R. 1987. Effect of moisture, plant population and fertility levels on the growth and yield of sunflower. Ph.D. Thesis, Univ. Agric. Sci., Bangalore, India.
87. Hedge V.S., S.S. Yadav, and J. Kumar. 2007. Heterosis and combining ability for biomass and harvest index in chickpea under a drought-prone, short-duration environment. *Euphytica*. 157: 223-230.
88. Hendl, M., C. Chan, P. Wang, S. Graeff, and W. Claupein. 2007. A model based ideotype approach for wheat under different environmental conditions in North China Plain. *Agric. Sci. China*. 6: 1426-1436.
89. Hozyo, Y. 1977. The influence of source and sink on plant production of Ipomoea grafts. *Jap. Agric. Res. Quart.* 11: 77-83.
90. Huber, S.C. 1981. Inter and intra-specific variation in photosynthetic formation of starch and sucrose. *Z. Pflanzenph- Soil.* 101: 49-54.
91. Huber, S.C., and D.W. Israel. 1982. Biochemical basis for partitioning of photosynthetically fixed carbon between starch and sucrose in soybean (*Glycine max Merr.*) leaves. *Plant Physiol.* 69: 691-696.
92. Irvine, J.E. 1983. Sugarcane. In *Potential Productivity of Field Crops Under Different Environment*, IRRI, Los Baños. PP. 361-381.

- maize inbred. *Theor. Appl. Gen.* 103 : 613 - 617.
- 117.** Luque, S.F., A.G. Cirilo, and M. E.Otiguí.2006.Genetic gains in grain yield and related physiological attributes in argentine maize hybrids. *Field Crops Res*, 95 : 383 -397.
- 118.** Luquet, D.,M. Dingkuhn, H. kim,L. Tambour, and A. Clement- Vidal. 2006. Ecomeristem,a model of morphogenesis and competition among sinks in rice. I. Concept, Validation and sensitivity analysis. *Funct. Plant Boil.*33:309-323.
- 119.**Ma,Y.T.,M.P.Wen,Y. Guo, B.G. Li, P.H. Cournède, and P. deReffye. 2008. Parameter optimization and field validation of the functional –structural model green lab for maize at different population densities. *Ann. Bot.* 101 ; 1185 -1194.
- 120.** Ma, Y.T., B.G. Li, Zh. G. Zhan, Y. Guo, D. Luquet, P. deReffye, and M.Dingkuhn.2007. Parameter stability of the functional- structural plant model green lab as affected by variation with in populations, among seasons and among growth stages. *Ann. Bot.* 99 : 61- 73.
- 121.** Mahieu, S., F. Germon, A. Aveline, H. Hauggaard-Nielsen, P. Ambus and E.S. Gensen.2009.The influence of water stress on biomass and Nitrogen accumulation, N partitioning between above and below ground parts and on N rhizodeposition during reproductive growth of pea (*Psum sativum L.*).*Soil Biol. Biochem.* 41:380-387.
- 122.** Mendoza, H.A. and R.N. Estrada. 1979. Breeding potatoes for tolerance to stress : heat and frost.In *Stress Physiology in Crop Plants* (ed.) H. Mussell and R.C. Staples. Wiley, New York. PP. 227- 262.
- 123.** Merah, O., E. Deleens, and P. Monnevenx. 2001. Relationships between carbon isotope discrimination, dry matter production, and harvest index in durum wheat. *J. of Plant Physiology.*158: 723 729.
- 124.** Mikel, M.A., and J.W. Dudley. 2006. Evolution of North American dent corn from public to proprietary germplasm. *Crop Sci.* 46; 1193-1205.
- 125.** Mondel, M.H., W.A. Brun, and M.L. Brenner.1978. Effects of sink removal on photosynthesis and senescence in leaves of soybean (*Glycine max L.*) plants. *Plant Physiol.* 61 ; 394 -397.
- 105.**Knipling, E.B. 1970. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infra red radiation from vegetation. *Remote Sens. Environ.* 1:155-159.
- 106.**Krishne, Gowda, K.T. 1984. Agronomic investigations on the problem of poor seed set and yield in sunflower. Ph.D. Thesis. Univ. Agric. Sci. Bangalore, India.
- 107.**Kusalkar, D.V., V.R. Awari, V.Y.Pawar, and M.S. Shinde, 2003. Physiological parameters in relation to grain yield in rabi sorghum on medium soil.*Adv.Pl.Sci.*16:119-122.
- 108.** Kwapata, M.B. and A.E. Hall.1990. Determinants of cowpea (*Vigna unguiculata*) seed yield at extremely high plant density. *Field Crops Res.* 24: 23-32.
- 109.** Lee, E.A. and M. Tollenaar. 2007. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Sci.* 47:202-215.
- 110.** Lee, B.T., P. Martin,and F. Bengert. 1988. Phytohormone levels in the florets of a single wheat spikelet during pre anthesis development and relationships to grain set. *J. Expt. Bot.* 39: 927-933.
- 111.**Lenz, F.1979. Sink -source relationships in fruit trees, in T.K. Scott..ed. *Plant Regulation and World Agriculture.* Plenum Press,New York. P. 141 -150
- 112.**Letort,V.,P. Mahe, P.H. Cournède, P. deReffye, and B. Courtois. 2008. Quantitative genetics and functional– structural plant growth models : Simulation of quantitative trait loci detection for model parameters and application to potential yield optimization. *Ann. Bot.* 101 : 1243 – 1254.
- 113.** Liu, W., M. Tollenaar, G. Stewart, and W. Deen. 2004. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Sci.* 44 : 847 –854.
- 114.** Löffler, C.M., J. Wei, T. Fast, J. Gogerty, S. Langton, M. Bergman, B. Merrill, and M. Cooper. 2005. Classification of maize environments using crop simulation and geographic information systems. *Crop Sci.* 45: 1708 – 1716.
- 115.** Long,S.P.,X. G. Zhu, S.L. Naidu, and D.R. Ort. 2006. Can improvement in photosynthesis increase crop yield ? *Plant Cell Environ.* 29 : 315-330.
- 116.** Lu, H. and R. Bernardo.2001. Molecular marker diversity among current and historical

- Turner. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post anthesis water deficits. *Crop Sci.* 34 :118-124.
- 138.** Paponov, I.A., P. Sambo, G. Schulte, Q. Erley, T. Presterl, H.H. Geiger, and C. Engels. 2005. Kernel set in maize genotype differing in Nitrogen use efficiency in response to resource availability around flowering. *Plant Soil* 272:101-110.
- 139.** Paponov, I.A., P. Sambo, G. Schulte, Q. Erley, T. Presterl, H.H. Geiger, and C. Engels. 2005. Grain yield and kernel weight of two maize genotypes differing in nitrogen and carbohydrate availability during flowering and grain filling. *Plant Soil.* 272:111-123.
- 140.** Paponov, I.A. and C. Engels. 2003. Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166:756-763.
- 141.** Patrick, J.W., and P.F. Warieng. 1980. Hormonal control of assimilate movement and distribution. In *Aspects and Prospects of Plant Growth Regulators*, PP.65-84.
- 142.** Patrick, J.W. and I.F. Wardlaw. 1984. Vascular control of photosynthetic transfer from the flag leaf to the ear of wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 11: 235-241.
- 143.** Peng, S., G.S. Khush, P. Virk, Q. Tang, and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Res.* 108 : 32 -38.
- 144.** Peng, S., D.R. Krieg, and F.S. Girma. 1991. Leaf photosynthetic rate is corrected with biomass and grain production in grain sorghum lines. *Photosynth. Res.* 28:1-7.
- 145.** Peñuelas, J., I. Fillela, C. Biel, L. Serrano, and R. Save. 1993. The reflectance at the 950-970 nm region as an indicator of plant water status. *Int. J. Remote Sens.* 14:1887-1905.
- 146.** Peñuelas, J., I. Fillela, and J.A. Gamon. 1995. Assessment of photosynthetic radiation-use efficiency with spectral reflectance. *New Phytol.* 131; 291-296.
- 147.** Peñuelas, J., R. Isla, I. Fillela, and J.L. Araus. 1997. Visible and near infra red reflectance assessment of salinity effects on barley. *Crop Sci.* 37:198-202.
- 148.** Prasad, T.G. and K.S.K. Sastry. 1978. Effect of tri-iod benzoic acid on diffusible growth substances from sunflower heads. *Indian J. Exp. Biol.* 11: 1209- 1211.
- 126.** Monneveux, P., C. Sánchez, D. Beck, and G.O. Edmeads. 2005. Drought tolerance improvement in tropical maize source populations evidence of progress. *Crop Sci.* 46 : 180 – 191.
- 127.** Monneveux, P., P.H. Zaidi, and C. Sanchez. 2005. Population density and low nitrogen effects yield associated trait in tropical maize. *Crop Sci.* 45:535-545.
- 128.** Moragues, M., L.F. Garcia del Moral, M. Moralejo, and C. Royo. 2006. Yield formation strategies of durum wheat landraces with pattern of dispersal within the Mediterranean basin. II. Biomass production and allocation. *Field Crops Res.* 95:182-193.
- 129.** Muchow, R.C. 1990. Effect of nitrogen on partitioning and yield in grain sorghum under differing environmental conditions in the semi arid tropics. *Field Crops Res.* 25:3-4.
- 130.** Naik, H.R. 1991. Influence of boron on set setting and seed production KBSHI hybrid sunflower under irrigated conditions. MSc. (Agri.) Thesis. Univ. Agric. Sci. Bangalore, India.
- 131.** Nanja Reddy, Y.A., M.S. Sheshayee, R. Uma Shaanker, K. Virupakshappa, and T.G. Prasad. 1994. Selection for high canopy assimilation rate is a good strategy to increase productivity in sunflower. *Helia.* 17 : 45 -52.
- 132.** Nanja Reddy, Y.A., R. Uma Shaanker, T.G. Prasad, and M. Udaya Kumar. 2003. physiological approaches to improving harvest index and productivity in sunflower. *Helia.* 26 (38) : 81 -90.
- 133.** Nichiporovich, A.A. 1956. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. USSR Academy of Sci. Moscow.
- 134.** Oka, H.I. 1988. Origin of Cultivated Rice. Japan Scientific Soc./ Elsevier, Amsterdam.
- 135.** O'Neill P.M., J.F. Shanahan, J. Schepers, and B. Caldwell. 2004. Agronomic responses of corn hybrids from different eras to deficit and adequate levels of water and nitrogen. *Agron. J.* 96:1660-1667.
- 136.** Ong, C.K. and A. Everard. 1979. Short day induction of flowering in pear millet (*Pennisetum typhoides*) and its effect on plant morphology. *Exptl. Agric.* 15 : 401 -410.
- 137.** Palta, J.A., T. Kobata, I.R. Fillery, and N.C.

161. Rosielle, A.A. and K.J. Frey. 1975. Estimates of selection parameters associated with harvest index in oat lines derived from a bulk population. *Euphytica* 24 : 121 -131.
162. Rosielle, A.A. and K.J. Frey. 1977. Inheritance of harvest index and related traits in oats. *Crop Sci.* 17:23- 28.
163. Royo, C., F. Alvaro, V. Martos, A. Ramdani, J. Isidro, D. Villegas, and L.F. Garcia del Moral. 2007. Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica*, 155 : 25 -270.
164. Royo, C., D. Villegas, Y. Rharrabti, R. Blanco, V. Martos, and L.F. Garcia del Moral. 2006. Grain growth and yield formation of durum wheat grown at contrasting latitudes and water regimes in Mediterranean environment. *Cereal Res. Commune.* 34 : 1021-1028.
165. Russell, W.A. 1985. evaluations for plant, ear and grain traits of maize cultivars representing different ears of breeding. *Maydica* 30:85-96.
166. Sadeghipour, O. 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mung bean cultivars, *Asian. J. of Plant Sci.* 8(3) : 245 -249.
167. Salado-Navarro, L.R., K. Hinso, and T.R. Sinclair. 1985. Nitrogen partitioning and dry matter allocation in soybean with different seed protein concentration. *Crop Sci.* 25 : 451 -455.
168. Sangoi, L., M.A. Gracietti, C. Rampazzo and P. Bianchetti. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant population. *Field Crops Res.* 79:39-51.
169. Sayer, K.D., S. Rajaram, and R.A. Fischer. 1997. Yield potential progress in bread wheat in Northern Mexico. *Crop Sci.* 37 : 36 – 42.
170. Schoper, J.B., R.R. Johnson, and R.J. Lambert. 1982. Maize yield response to increased assimilate supply. *Crop Sci.* 22 : 1184 -1189.
171. Seki, M., A. Kamei, K. Yamaguchi-Shinozaki, and K. Shinozak. 2003. Molecular responses to drought, salinity and frost; Common and different paths for plant protection. *Curr. Opin. Biotechnol.* 14:194-199.
172. Sharma, R.C. and E.L. Smith. 1986.
149. Qi, R., Y. Ma, B. Hu, P. deReffye, and P.H. Cournède. 2010. Optimization of source – sink dynamics in plant growth for ideotype breeding ; A case study on maize. *Computers and Electronics in Agriculture.* 71 : 96 -105.
150. Raju, K.S. and D.N. Kumar. 1999. Multi criterion decision making in irrigated planning. *Agric. Syst.* 62 : 117-129.
151. Ramanujam, T. 1985. Leaf density profile and efficiency in partitioning dry matter among high and low yielding cultivars of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). *Field Crops Res.* 10 : 291 -303.
152. Rapoport, H.F. and R.S. Loomis. 1985. Interaction of storage root and shoot in grafted sugar beet and chard. *Crop Sci.* 25 : 1079 - 1084.
153. Rasmusson, D.C. 1987. An evaluation of ideotype breeding. *Crop Sci.* 27: 1140 -1146.
154. Reddy, V.M. and T.B. Daynard. 1983. Endosperm characteristics associated with rate of grain filling and kernel size in corn. *Maydica.* 28 : 339 -355.
155. Reed, A.G., G.W. Singletary, G.R. Schussler, D.R. Williamson and A.L. Christy. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning kernel number, and yield of maize. *Crop Sci.* 28 : 819 – 825.
156. Regan K.L., K.H. M. Siddique, N.C. Turner, and B.R. Whan. 1992. Potential for increasing early vigor and total biomass in spring wheat. II. Characteristics associated with early vigor. *Aust. J. Agric. Res.* 43:541-553.
157. Reynolds, M.P., A. Pellegrineschi, and B. Skovm and. 2005. Sink limitation to yield and biomass : A summary of some investigations in spring wheat. *Ann. Appl. Biol.* 146 :39-49.
158. Reynolds, M.P., S. Rajaram, and K.D. Sayer. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. *Crop Sci.* 39:161-1621.
159. Richards, R.A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.* 51 : 447 – 458.
160. Rosales-Semaa, R. J. Kohashi- Shibataa, J. A. Acosta-Gallegosb, C. Trejo-LoPeza and J. Ortiz- Cereceresc. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Res.* 85:203- 211.

- 185.Soltani, A., S. Galeshi, M.R. Attarbashi, and A.H. Taheri. 2004. Comparison of two methods for estimating parameters of harvest index increase during seed growth. *Field Crops Res.* 89 ; 369 -378.
- 186.Subedi, K. D., and B. L. Ma. 2005. Effects of N deficiency and timing of N supply on the recovery and distribution of labeled ^{15}N in contrasting maize hybrids. *Plant Soil* 273 : 189-202.
- 187.Subedi, K.D. and B.L. Ma. 2005. Nitrogen uptake and partitioning in stay- green and leafy maize hybrids. *Crop Sci.* 45 : 740 -747.
- 188.Swang, J.C., F.E. Below, R.G. Lambert, and R.H.Hageman.1982. Interaction of carbon and nitrogen metabolism in the productivity of maize. *Plant Physiol.*70:1185-1190.
- 189.Syme. J.R. 1970. A high yielding Mexican semi-dwarf wheat and the relationship of yield to harvest index and other varietal characteristics. *Aust. J.Exp. Agric. Anim. Husb.*10 :350-353.
- 190.Takeda, K. and K.J.Frey.1985. Increasing grain yield of oats by independent culling for harvest index and vegetative growth index or unit straw weight. *Euphytica.*34: 33-41.
- 191.Tardieu,F.2003. Virtual plants : modeling as a tool for the genomics of tolerance to water deficit. *Trends Plant Sci.* 8 : 9 -14.
- 192.Thomas, H. and G.J. Howarth. 2000. Five ways to stay green.*J. Exp. Bot.* 51 : 329 -337.
- 193.Thorne,J.H. and H.R. Koller. 1974. Influence of assimilate demand on photosynthesis, diffusive resistance, translocation, and carbohydrate levels of soybean leaves. *Plant Physiol.* 54 : 201 -207.
- 194.Thornley,J.H.M. 1972. A model to describe the partitioning of photosynthetic during vegetative plant growth. *Ann. Bot.* 36: 419-430.
- 195.Tokatlidis,I.S.,and S.D. Koutroubas. 2004. A review of maize hybrids dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability.*Field Crops Res.* 88 :103-114.
- 196.Tollenaar,M.1977.Sink-Source relationships during reproductive development in maize.A review. *Maydica*,22 : 49- 75.
- 197.Tollenaar,M.1989.Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959-1988.*Crop Sci.*29:1365 -1371.
- Selection for high and low harvest index in three winter wheat populations. *Crop Sci.* 26:1147-1150.
- 173.Sharma,S.K.,V.P. Singh and R.K. Singh. 1987. Harvest index as a criterion for selection in wheat. *Indian Genet. Pl. breeding.* 47:119-123.
- 174.Sharman,V.J.,R.Sylvester- Bradley, R.K. Scott, and M.J. Foulkes.2005. Physiological process associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Sci.* 45 : 175 – 185.
- 175.Shivaram,B.1986. Physiological reasons for variations in productivity in sunflower genotypes under different plant populations. MSc. (Agri.)Thesis, Univ. Agric. Sci. Bangalore, India.
- 176.Siddique, K.H.M., D. Tennant, M.W. Perry and R.K. Belford. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in Mediterranean type environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41 : 431 – 437.
- 177.Sievanen,R., E. Nikinmaa, P. Nygren, H. Ozier-Lafontaine,J. Perttunen, and H. Hakula. 2000. Component of functional –structural tree models.*Ann.ForSci.*57:399–412
- 178.Sigh,R.P.,J.Huerta – Espino, S. Rajaram, and J. Crossa.1998. Agronomic effects from chromosome translocations7DL,7Ag and IBL. IRS.in spring wheat.*Crop Sci.* 38:27-33.
- 179.Sims, H.J. 1963. Changes in the hay production and the harvest index of Australian oat.*Crop Sci.*17:23-28.
- 180.Singh, I.D. and N.C. Stoskopf. 1971. Harvest index in cereals.*Agron. J.*63:224-226.
- 181.Slafer, G.A. and F.H. Andrade. 1991. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. A review. *Euphytica* 58 :37-49.
- 182.Smith,R.C.G.,J.F. Wallace, P.T. Hick, R.F. Gilmour, R.K. Belford,P.A. Portmann, K.L. Regan, and C. Turner. 1993. Potential use of field spectroscopy during early growth for ranking biomass in cereal breeding trials. *Aust. J. Agric. Res.*44:17131730.
- 183.Snyder,F.W.and G.E. Carlson. 1978. Photosynthetic partitioning in sugar beet. *Crop Sci.* 18 : 657- 661.
- 184.Snyder, F.W. and G.E. Carlson. 1984. Selection for partitioning of photosynthetic products in crops. *Adv. Agron.* 37 : 47 -72.

- Mediterranean conditions. *Ann. Bot.* 88 : 617 - 627.
212. Voldeng, H.D. and G.E. Blackman. 1975. Interactions between genotype and density on the yield components of *Zea mays*. 11. Grain production. *J. Agric. Sci.* 84 : 61-74.
213. Waddington, S.R., J.K. Ransom, M. Osmanzai, and D.A. Saunders. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to Northwest Mexico. *Crop Sci.* 26 : 698 -703.
214. Wardlaw, I.F. 1990. Tansley review no. 27: The control of carbon partitioning in plants. *New Phytol.* 116 : 341 -381.
215. Watson, D.J., C.M. Thorne, and S.A.W. French. 1963. Analysis of growth and yield of winter and spring wheat. *Ann. Bot.* 27: 1-22.
216. Whan, B.R., G.P. Carlton, and W.K. Anderson. 1991. Potential for increasing early vigor and total biomass in spring wheat. I. Identification of genetic improvements. *Aust. J. Agric. Res.* 42 : 347 -361.
217. Wheeler, A.W. 1972. Changes in growth substance contents during growth of wheat grains. *Ann. Appl. Biol.* 72: 327 - 334.
218. White, E.M., and F.E.A. Wilson. 2006. Responses of grain yield, biomass and harvest index and their rates of genetic progress to nitrogen availability in ten winter wheat varieties. *Irish J. of Agric. and Food Res.* 45 : 85 -101.
219. Wuhaib, K.M. 2004. Effect of leaf removal after silking on yield, and other traits of maize. *The Iraqi J. of Agric. Sci.* 35 (2) : 59 -64.
220. Yin, X., P. Stam, M.J. Kropff, and A. H. C.M. Schapendonk. 2003. Crop modeling, QTL mapping, and their complementary role in plant breeding. *Agron. J.* 95 : 90 -98.
221. Ying, J., E.A. Lee, and M. Tollenaar. 2000. Response of maize leaf photosynthesis to low temperature during the grain filling period. *Field Crops Res.* 68 : 87 -96.
222. Zhang, X., S. Chen, H. Sun D. Pei, and Y. Wang. 2008. Dry matter, harvest index, grain yield and water use efficiency as affected by water supply in winter wheat. *Irrigat. Sci.* 27 : 1-10.
198. Tollenaar, M. 1992. Is low plant density a stress in maize ? *Maydica* 37: 305 -311.
199. Tollenaar, M., A. Aguilera, and S.P. Nissanka .1997. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. *Agron. J.* 89 : 239 -246.
200. Tollenaar, M., A. Ahmadzadeh, and E.A. Lee. 2004. Physiological basis of heterosis for grain yield improvement in maize. *Crop Sci.* 44 : 2086 -2094.
201. Tollenaar, M. and T.B. Daynard. 1978. Effect of defoliation on kernel development in maize. *Can. J. Plant Sci.* 58: 207-212.
202. Tollenaar, M. and T.B. Daynard. 1982. Effect of source - sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize. *Can. J. Plant Sci.* 62 : 855 - 860.
203. Tollenaar M., and L.M. Dwyer. 1999. Physiology of maize. In D.L. Smith and C. Hamel (ed.) *Crop Yield, Physiology and Processes*. Springer Verlag, Berlin. PP.169-204
204. Tollenaar M., W. Deen, L. Echarte, and W. Liu. 2006. Effect of crowding stress on dry matter accumulation and harvest index in maize. *Agron. J.* 98 : 930 -937.
205. Tollenaar, M. and E.A. Lee. 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Res.* 75 : 161-170.
206. Tollenaar, M. and E.A. Lee. 2006. Dissection of physiological processes underlying grain yield in maize by examining genetic improvement and heterosis. *Maydica*, 51: 399-408.
207. Tollenaar, M. D.E. McCullough, and L.M. Dwyer. 1994. *Physiological Basis of the Genetic Improvement of Field Crops*. Marcel Dekker, Inc., New York
208. Tollenaar, M. and J. Wu. 1999. Yield improvement in maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Sci.* 39: 1597- 1604.
209. Tollenaar, M., J. Ying, and D.N. Duvick. 2000. Genetic gain in corn hybrids from the northern and central corn belt. In *Proc. 55th Corn Sorghum Res. Conf.*, Chicago 5-6 Des. 2000. ASTA, Washington D.C. P.53-62.
210. Ur-Rehman, A., M. Saleem and A. Naveed. 2005. Genetic analysis of harvest index in mung bean. *Pak. J. Agric. Sci.* 42: 66 -70.
211. Villegas, D., N. Aparicio, R. Blanco, and C. Royo. 2001. Biomass accumulation and main stem elongation of durum wheat growth under

