«مجموعه مقالات علمی-کاربردی کشاورزی»

مـــزارع شنـــاور

تألیف :

اسماعیل پورکاظم

پائیز ۱۳۹۶

« "مزارع شناور" ؛ ايده اي كارآمد براي مناطق ساحلي »
"Floating farms ; An effective idea for shore areas"

مقدّمه :

چرا بايد مزارع كشاورزي را بر محدوده خاصي از كره زمين مستقر ساخت درحاليكه مي توان آنرا در هر جائيكه مايليد بر سطح آب هاي راكد و حتي اقيانوس ها ايجاد كنيد ؟
زمانيكه قادر به پيدا كردن محلي براي احداث خانه و سكونتگاه بر سطح زمين نيستيد، احتمالاً آنرا بصورت شناور بر سطح آب ها مى سازيد. اين شيوه از اصولي است كه در مناطق طوفان پذير و سيل گير تا شهرهاي ساحلي حاشيه خليج ها ابداع گرديده اند و اين امكان را بوجود مي آورد تا از شرايط منطقه اي و تغييرات اقليمي بخوبي بهره گيرند و اراضي معمولي را براي ساير امور اقتصادي بكار برند (۳).
بيش از ۷۰ درصد گسترهٔ زمين را درياها و اقيانوس ها تشكيل مي دهند لذا لازم است كه قبل از رسوخ به اعماق فضاي لايتناهي به مهار پهنهٔ آب ها پرداخته شود، بدون آنكه آنها را آلوده سازند لذا بايد مهارت و تكنولوژي لازم براي چنين اهداف بزرگي فراهم شوند تا غذاي كافي براي خيل جمعيت روزافزون بشر تدارك گردد.
از بستر اراضي خاكي پس از پاكسازي جهت زندگي و استراحت استفاده شود لذا ابداعاتي اينچنين به بهره گيري وسيع از درياهاي آزاد براي توليد انواع محصولات زراعي كمك مي كنند بنابراين امكان ايجاد كلوني هاي بزرگ زيستي در خارج از سواحل پُر جمعيت و در پهنه آب هاي لايتناهي امكان پذير است و بدينطريق مي توان آزادي و فراغ بيشتري براي نسل هاي آينده بشريت فراهم ساخت (۲).

امروزه كارآفرينان (entrepreneurs) با توليد محصولات تازه به شيوه هاي "مزارع پشت بامي" (rooftop) و "توده هاي هيدروپونيك" (stackable hydroponic) به برآورده ساختن نيازهاي غذايي شهروندان گرسنه اقدام مي كنند. ايجاد مزارع وسيع برون ساحلي (offshore) كه سابقه اي ديرينه دارد، چندان عجيب بنظر نمي آيد. ايجاد مزارع قائم (vertical farming) نظريه اي است كه به ايجاد مزارع "روبه بالا" بجاي گسترش افقي آنها مي پردازد. اين نظريات متأثر از گسترش شهرها، افزايش جمعيت و كمبود اراضي مزروعي مناسب است تا بدينطريق به خودكفايي غذايي ساكنين شهرها كمك گردد.
ايجاد مزارع عمودي آسمانخراشي (vertical farm skyscrapers) مزاياي زيادي دارد و از جمله ضروريات تمدّن روبه رشد امروزی با جمعيت فزاينده است. با اين وجود بهاي زمين در شهرهاي بزرگ براي احداث چنين مزارعي نيز بسيار گران است درحاليكه گسترهٔ اقيانوس ها بسيار بوفور و ارزان در اختيار بشر قرار دارند لذا با بهره گيري از گسترهٔ آب ها براي احداث مزارع شناور بمنظور توليد محصولات كشاورزي مي توان غذاي فراوان و نسبتاً ارزاني را براي مردماني تدارك ديد كه در حاشيه درياها، اقيانوس ها و آبگيرها سكونت دارند (۳).

"پينسكي" (Pinsky) معتقد است كه ايجاد مزارع شناور نهايتاً بايد گسترش يابند تا با بهره گيري از شرايط موجود به توليد محصولات كشاورزي جهت نيازهاي غذايي و زيستي شهروندان بپردازند. مزارع شناور را در صورت لزوم مي توان به سمت انرژي نامحدود خورشيد يعني مناطق آفتابگير هدايت كرد و يا بموقع از آن وضعيت دور ساخت و به منطقه سايه رهنمون نمود تا بدينطريق به بالاترين ميزان رشد و توليد محصولات زراعي نائل آمد (۳).
بر طبق نظريه "پينسكي" براي احداث هر ۲/۵ ايكر مزرعه گلخانه اي شناور فقط به حدود ۳ ميلويون دلار سرمايه گذاري نياز مي باشد. در اين شيوة مدرن كه مي توان آنرا "كشاورزي دريايي" (aquaponic technology) نام نهاد، به پرورش همزمان آبزيان و محصولات كشاورزي در درون و سطح آب ها پرداخته مي شود. در روش كشاورزي دريايي تمامي نيازهاي گياهان بسترهاي شناور از منابع آبي زيرين تأمين مي گردند امّا در شيوة ديگري مرسوم به "سيستم هوا كشت" (aeroponic systems) اقدام به پاشيدن آب حاوي عناصر غذايي بر سطح گياهان مي شود آنچنانكه بدينطريق از ميزان آب شيرين (fresh water) مصرفي كاسته مي شود (۳).

اين سيستم در مناطقي از جهان كه اراضی بسيار گران و كمياب هستند و بعلاوه تكنولوژي هاي مناسب در دسترس قرار دارند نظير: ايالات متحده آمريكا، سنگاپور، اسرائيل و سوئد امكان پذير و بسيار باصرفه می باشند ولي در ساير مناطق جهان تا مدت ها امكان پذير نيستند. نمونه هاي اوليه و آزمايشي (prototype) چنين طرح هايي ساخته شده اند و در حال بهره برداري هستند امّا رواج آن ها نيازمند تكنولوژي هاي مدرن تر و ارزان تري مي باشد. ساخت مزارع شناور بر روي قايق ها (barge) از قديم الايام در برخي نقاط ساحلي جهان رواج داشته است و بدينطريق بخشي از نيازهاي ساكنين بومي چنين مناطقي را برآورده مي ساخته اند (۳).

۱) مزارع شناور در بنگلادش:

بنگلادش از فقيرترين كشورهاي جهان است و امور كشاورزي براي بيش از ٦٢ درصد نيروي كار بنگلادش ايجاد شغل مي كند. اقتصاد كشاورزی بيش از يك چهارم توليد ناخالص ملي بنگلادش را تشكيل مي دهد (۵). بيش از ۲۳۰ رودخانه غيردائمي در گسترة اين كشور آسيايي جريان دارد. خانواده هاي فقيري كه در روستاهاي بنگلادش زندگي مي كنند، به شدّت در مضيقه دسترسي به زمين زراعي هستند لذا هر جا كه قطعه اي زمين بيابند، به استفاده از آن همّت مي گمارند. با اين وجود سيلاب هايي كه هر ساله وقوع مي يابند، باعث وخامت اوضاع مي شوند و اراضي مناسب براي كاشت محصولات زراعي را محدودتر مي سازند (۱).

امروزه اين كشور درمعرض سيلاب هاي متعددي واقع مي شود كه ناشي از تغييرات آب و هوايي هستند لذا كشاورزان به روش سنتي مزارع شناور به توليد متناوب صيفي جات مي پردازند. سيلاب ها بر زندگي بيش از يك ميليون نفر در بنگلادش تأثيرگذار مي باشند بطوريكه بيش از ۱۰۰ هزار نفر از زنان، مردان و اطفال را وادار به ترك روستاهاي محل زندگي مي كنند و وسيله امرار معاش آنان را با خود به تاراج مي برند (۱،۲). وقوع سيلاب ها در سال هاي اخير بسيار شديدتر و طولاني تر شده اند لذا اراضي زارعين تا مدت ها (بيش از ۲ ماه) به حالت مغروق در می آيند. در طي فصول "مونسون" (monsoon season) بسياري از اراضي زراعي محدودۀ "Gaibandha" از آب پوشيده مي شوند لذا قابليت كشت و كار را نخواهند داشت بنابراين مردم روستاهای منطقه در انتظار فروكش كردن سيلاب ها مي مانند و بمحض بيرون آمدن بخش هايي از اين

اراضي به كشت و كار در آنها مي پردازند تا غذا و درآمد اندكي براي سدجوع كسب كنند وليكن برخي از اراضي تا مدت ها همچنان بصورت غرقاب باقي مي مانند و قابليت زراعت نمي يابند (۱).

در كشور بنگلادش از صدها سال پيش به استفاده از مزارع شناور مي پرداخته اند. اين فعاليت بويژه در مناطق پَست جنوب كشور كه اراضي كشاورزي در اكثر ايام سال بصورت مغروق در مي آيند، رواج بيشتري دارند. اينگونه كشاورزي بدون خاك (soil-less agriculture) از ابداعات كشاورزاني است كه خود را با شرايط محيطي غير عادي سازگار ساخته اند. كشاورزي بر مزارع شناور در حقيقت شكل طبيعي نوعی از كشاورزي است كه از پدرانشان به كشاورزان بومي امروزي كشور بنگلادش به ارث رسيده است (۵).

دهکده "Chandra" که در منطقه جنوب غربي بنگلادش واقع است، پيش از اين به کاشتن محصولاتي نظير: انبه، خرما و "جك فروت" (Jackfruit) اختصاص داشت وليکن امروزه در زمره مناطقي قرار دارد که در فصل باران هاي موسمي با سيلاب هايي به عمق بيش از ۲ متر مواجه مي شود بگونه ايکه به مدت ۳-۲ ماه بر سطح اراضي کشاورزي باقي مي مانند. در اين منطقه در حدود ۴۰۰-۳۰۰ خانوار روستايي داراي اراضي زراعي هستند که در حاشيه رودخانه ها واقعند امّا بسیاری از آنها به دلیل وقوع فرسايش اقدام به نقل مکان به ساير نقاط کشور نموده اند لذا آنها که باقي مانده اند، به کشاورزي بدون خاك (soil-less farming) موسوم به "Dhap" بعنوان نوعي کشاورزي جايگزين جهت کسب درآمدي مناسب براي امرار معاش اقدام نموده اند. اجراي پروژه آموزش و احداث مزارع شناور در مناطق سيل خيز جنوب کشور بنگلادش باعث شده است که بيش از ۱۰۰۰ خانواده کشاورز به آن مشغول گردند و بدينگونه از مهاجرت روستائيان منطقه به شهرها کاسته شود (۵).

فعاليت هاي در حال اجرا:

مزارع شناور از فعاليت هاي رو به تزايدي است که براي رفع بخشي از نيازهاي مردم روستاهاي فقير بنگلادش ايجاد مي گردند و داراي تفاوت هايي با شيوه هاي مرسوم توليدات زراعي هستند (۱). اين فرآيند بسيار مشابه سيستم هيدروپونيك (hydroponics) است که از مواد فاقد فعاليت هاي بيولوژيك نظير سنگريزه ها بهره می گيرد درحاليکه مزارع شناور از سنبل آبي، بامبو و ساير گياهان آبزي بعنوان بستر کشت استفاده مي کنند. توليدات حاصل از اين سيستم کشاورزي حدوداً بيش از ۱۰ برابر کشاورزي سنتي مبتني بر خاك در مناطق جنوب شرقي بنگلادش است که زير نظر "انجمن توسعه منابع در مناطق سيلابي" موسوم به "WRDS" (Wetland Resource Development Society) مديريت مي گردند. در حقيقت "WRDS" يکي از چندين "NGOs" است که در راستاي پروژه "حفاظت" (CARE) به کمك "اتحاديه بين المللي حفاظت از طبيعت" يا "IUCN" (International Union for the Conservation of Nature) و "فعاليتهاي عملياتي" (practical xation) در سراسر کشور بنگلادش فعاليت مي کند و به آموزش هزاران کشاورز مشتاق مي پردازند (۵).

همزمان که رودخانه ها در اثر باران هاي موسمي مملو از آب مي شوند، آب دريا بالا مي آيد و وسعت زيادي از اراضي كشاورزي به زير آب مي روند آنگاه گروه هاي "NGOs" به آموزش هزاران نفر از كشاورزان مي پردازند تا به كشاورزي سنتي بدون نياز به زمين و در سطح آب ها بپردازند (٥).
بسياري از سازمان هاي "پژوهش و توسعه" (R & D) اينك با هزاران نفر از كشاورزان در سراسر بنگلادش براي تكميل و اجراي پروژه مزارع شناور همكاري مي كنند. آموزش ساختن و استفاده از مزارع شناور به كمك تكنولوژي معمولي توسط برخي گروه هاي عملياتي نظير: "ITDG" و "GUK" كه جملگي آنان از "NGOs" منطقه اي هستند، در حال اجرا مي باشند بطوريكه اينك مقبوليت زيادي در بين مردم نواحي مذبور يافته اند. امروزه درحاليكه ساختن بسترهاي شناور در مناطق جنوبي بنگلادش بصورت امري عادي و رايج درآمده اند، كارشناسان خبره در حال آموزش كشاورزان در مناطق شمالي اين كشور هستند كه اخيراً در معرض سيلاب هاي فصلي بيشتري قرار می گيرند (١،٥).

برخي از سازمان هاي مردمي (NGOs) كه براي توسعه كشاورزي در مناطق روستايي بنگلادش فعالند، نسبت به ارائه توصيه هاي فنّي و واگذاري برخي ابزارهاي لازم به كشاورزان محلي و نيازمند اقدام مي كنند و كشاورزان را در جهت استفاده از توصيه هاي كاربردي سيستم مزارع شناور تشويق مي كنند و به فعاليت وا مي دارند آنچنانكه هرساله بر تعداد كشاورزان بهره ور از اين سيستم سنتى افزوده مي گردند (٤).

گرچه مزارع شناور بنحو موفقيّت آميزي توسط برخي گروه هاي كشاورزي به اجرا در آمده است وليكن برخي ديگر موفق به استفاده مناسب از اين تكنيك نشده اند زيرا بسياري از كشاورزان فاقد زمين از دسترسي به مناطقي كه مناسب ايجاد مزارع شناور هستند، محروم مي باشند. همچنين هرگاه چنين مناطقي نيز در دسترس قرار مي گيرند، غالباً به دليل فاصله زيادي كه از محدودة زندگي كشاورزان دارند، عملاً كاربرد مفيد را نخواهند داشت (١).

مشكل ديگري كه در اين راستا وجود دارد اينكه مواد خام مورد نياز كافي و ارزان نظير ساقه هاي بامبو در غالب اوقات براي ايجاد بستر شناور (raft) در دسترس مردمان فقير قرار ندارند. اينگونه مزارع نسبتاً ارزان هستند و به سرمايه گذاري اندكي جهت ابتياع بذور و كودهاي ضروري نيازمندند و همچنين به نيروي انساني كمي براي شكل دهي آنها احتياج است (١).

ساير مواد ضروري نظير وجود گياهان آبزي بعنوان پايگاه مزارع شناور بدون هيچگونه هزينه اي در بسياري از مناطق سيلابي و پُر آب بوفور در دسترس قرار دارند . براي ايجاد پايگاه و زيرساخت مزارع شناور غالباً از سنبل آبي (water hyacinth) بهره مي گيرندكه علف هرز عادي در بسياري از قسمت هاي ماندابي دنيا است بطوريكه مسير سيستم هاي آبرساني و آبياري را مسدود مي سازد، موجب خسارت به اكوسيستم هاي آبي مي شود و به كشت هاي آبي (aquaculture) موجود در تالاب ها زيان مي رساند (١).

براي اين منظور بهتر است از سنبل هاي آبي بالغ و شاداب استفاده نمود زيرا آنها بسيار سريع تخريب و تجزيه مي شوند فلذا مزارع شناور تا پايان فصل رشد بقاء نمي يابند. در صورتيكه دسترسي به سنبل هاي آبي وجود ندارد آنگاه مي توان از: بقاياي زراعت برنج موسوم به "آَشکل" (paddy straw) ، "Nalk hagra" که درختچه اي آبزي در تالاب هاي آب شيرين است و يا بسياري از مواد آلي قابل دسترس و ارزان نظير: آزولا (Azolla) ، الياف زايد حاشيه ميوه نارگيل (coconut straw) ، بامبو و ريسمان هاي گياهي کهنه (old rope) استفاده کرد (١).

براي ايجاد پشته هاي شناور هيچگونه اندازه ثابتي وجود ندارد وليکن بطور معمول آنها را به طول ٨ متر ، عرض ٢ متر و ضخامت ١-٠/٦ متر مي سازند. اندازه پشته هاي شناور متناسب با دلخواه و نياز کاربران مي باشد مثلاً اگر فضا محدود است و يا مواد خام مورد نياز به سختي تهيّه مي شوند آنگاه بايد اندازه پشته هاي شناور را کوچکتر در نظر گرفت (١).

ايجاد مزرعه شناور:

براي ساختن مزارع شناور از وجود علف هاي هرز آبزي بعنوان پايگاهي (base) جهت پرورش سبزيجات بهره مي گيرند. اين دستاورد مي تواند بر توانايي اجتماعات روستايي جهت رشد محصولات کشاورزی در مناطقي بيفزايد که زمين کافي و مطمئن در دسترس آنان قرار ندارد. اين روش بسيار ساده، ارزان و توأم با پايداري توليد است (١).

اولين مرحله براي ساختن پشته هاي شناور عبارت از جمع آوري سنبل هاي آبي است سپس ترکه هاي بامبو (bamboo poles) را که با طول متناسب با اندازه پشته ها تهيّه شده اند، بر روي تودة سنبل هاي آبي مي خوابانند تا آنها را بصورت پشته اي مستحکم در آورند که قابل اتکا باشند. متعاقباً سنبل هاي آبي مازاد و حاشيهٔ پشته ها را با چوب دستي هاي چنگك دار (stick hook) جمع آوري مي کنند و بر روي لايه ترکه هاي بامبو مي ريزند تا بر ضخامت پشتهٔ شناور افزوده شود. ترکه هاي بامبو و ساقه هاي جمع آوري شدة سنبل آبي را آنچنان در همديگر مي تنابند تا کاملاً مستحکم شوند و بر قابليت شناوري پشته ها بيفزايند. در

بسياري موارد كه از نظر تركه هاي بامبو در مضيقه اند، مي توانند آنها را پس از شكل دادن پشته ها براي ايجاد پشته هاي جديد آتی خارج سازند (۱).
بسترهاي كاشت را غالباً با طول ۵۰-۱۵ متر، عرض ۲-۱/۵ متر و ضخامت ۰/۹-۰/۶ متر شامل چندين لايه سنبل آبي و ساقه هاي بامبو مي سازند. گياهان آبزي نيمه پوسيده را متعاقباً درهم می آميزند و براي چندين روز بر سطح پشته ها باقي مي گذارند تا آمادگي لازم را جهت پذيرش بذور بيابند. اينگونه بسترهاي شناور را مي توان در آبهايي با اعماق مختلف ايجاد نمود (۵).

بعد از ۱۰-۷ روز كه به اندازه كافي از سنبل هاي آبي بر سطح پشته ها افزوده شد و ساختار مناسبي بوجود آمد آنگاه بايد مقادير ديگری از مواد حاصلخيز كافی بعنوان مالچ بر سطح پشته ها ريخته شوند تا بستر مطلوبي را براي كاشت گياهان تدارك ببينند. موادي كه در اين راستا بكار مي روند، مي توانند شامل: خاك ، كمپوست و مدفوع گاوها (cow dung) باشند كه بايد به ضخامت ۲۵ سانتيمتر فراهم آيند. كمپوست هايي كه از آزولا تهيّه مي گردند، بواسطه اينكه آزولا گياهي با قابليت تثبيت ازت است، از جمله مواد ارگانيك مطلوب با قابليت دسترسي كافي در اغلب مناطق روستايي اقاليم مرطوب محسوب می گردند (۱).
بذور را مي توان بعد از تدارك بستري مناسب بر روي پشته هاي شناور كاشت. براي بهبود شرايط جهت رشد سريع بذور كاشته شده مي توان به ايجاد گلوله هاي مدوّري (round ball) مشتمل از: كمپوست حاصل از سنبل هاي آبی تجزيه شده و نوعي مواد حاصلخيز محلي موسوم به "Tema" پرداخت سپس يك جفت از بذور مورد نظر را در هر كدام از گلوله هاي حاصلخيز مذبور كشت نمود و آنها را در محل مناسبي قرار داد تا جوانه زني صورت پذيرد آنگاه زمانيكه گياهچه ها شروع به رشد كردند، نسبت به استقرارشان بر سطح پشته هاي مزارع شناور اقدام نمود (۱).

اگرچه پشته هاي شناور بصورت نامحدود قابل بهره وري نيستند امّا آنها را مي توان در صورت تمايل به نقاط سايه دار، آفتابگير و يا محافظت شده اي كه شرايط رشد بهتري دارند، انتقال داد (۱). كشاورزان براي مراحل كاشت، داشت و برداشت محصول مي توانند قدم بر روي پشته هاي شناور بگذارند و يا به كمك قايق هاي كوچك در اطراف پشته ها به حركت درآيند. بسترهاي شناور را غالباً با لنگرهايي مهار مي كنند تا از حركت

آنها به مناطق عميق تر آبها و محدوده های دورتر جلوگيري شود. اينگونه عمليات طي سال هاي اخير به كشاورزان ساكن ٦٠٠ روستا در شمال بنگلادش آموزش داده شده اند (٥).
اردك ها و موش ها غالباً به محصولاتي كه بر روي پشته هاي شناور بعمل مي آيند، هجوم مي آورند لذا ممكن است نيازمند ايجاد سيستم هاي محافظتي باشند. حصاركشي (facing) در اطراف پشته هاي شناور در مواردیکه مواد اوليه لازم در دسترس هستند، مي تواند بسيار مفيد واقع گرددد. در اين راستا تورهاي ماهيگيري كهنه و مندرس ، تركه های بامبو و تخته پاره هاي زايد مي توانند حصارهاي مؤثري ايجاد كنند(١).

سرانجام پشته هاي شناور مي پوسند و بمرور تجزيه مي گردند لذا قابل استفاده مجدد نخواهند بود بنابراين آنها را در پايان فصل رشد خُرد مي سازند و از مواد سازنده اش بعنوان كمپوست جهت تدارك پشته هاي شناور بعدي بهره مي گيرند (١). بسياري از روستائيان از بسترهاي پوسيده و تجزيه شدهٔ سال قبل بعنوان كودهاي آلي بهره مي گيرند. اينگونه بسترها توسط تيرك هايي از جنس بامبو كه در كنارهٔ پشته هاي شناور نصب مي گردند، محافظت مي شوند. ايجاد پشته هاي شناور در كشور بنگلادش گواينكه با استفاده از سنبل آبي و محيط هاي آبي مجاني صورت مي پذيرند كه بوفور در دسترس قرار دارند امّا اينگونه بسترها كه براي زراعت های فصلي تهيّه مي گردند، براي تهيّه بذور و كارگر به ٣ دلار آمريكا و در صورت عدم دسترسي به مواد اوليه مورد نياز به ٩ دلار جهت تدارک بامبو و توري های حفاظتی نیازمند است (٥).

محصولات مزارع شناور:

کاشت سبزیجات در مزارع شناوري که بر سطح آب هاي نسبتاً ساکن بنا مي گردند، نظريه اي بسيار خوب براي کشاورزاني است که در حاشيه رودخانه هاي آرام و آبگيرها زندگي مي کنند. بعنوان مثال در حدود ۱۰۰ خانواده کشاورز در محدوده "Aditmari upzila" کشور بنگلادش از طريق کاشت سبزیجات بر بسترهاي شناور طی فصول مناسب سال بهره مند مي گردند (٤).

همواره بکارگيري منابع منطقه اي بويژه سنبل هاي آبي سريع الرشد براي فعاليت هاي پايدار کشاورزی منطبق بر شرايط محيطي بعنوان شيوهٔ استفاده از اراضي غرقابي جهت کشت و کار مطرح بوده است.

بسترهاي کشت شناور که از شيوه هاي کشاورزي سنتي و تا حدودي فراموش شدة کشور بنگلادش هستند، اخيراً مجدداً مورد توجّه قرار گرفته اند زيرا پتانسيل بالقوه اي براي بر طرف ساختن مشکلات کشاورزاني را دارند که در مناطق ساحلي ساکن هستند وليکن فاقد زمين زراعي مي باشند و يا اراضي مزروعي آنان براي مدتي از سال به حالت غرقاب در مي آيند (٤).

بعنوان نمونه در دهکده "Chandra" بنگلادش اقدام به کاشتن ۲۳ نوع سبزيجات و ٥ نوع ادويه جات (spices) بر بسترهاي شناور مي نمايند وليکن محصولاتي که غالباً بر روي پشته هاي شناور رويانيده مي شوند شامل موارد زير هستند:

۱) "Kang kong" ؛ نوعي از سبزيجات برگي
۲) باميه ("Okra" يا "Lady`s finger")
۳) کدو قلياني (bottle gourd)
٤) بادمجان ("brinjal" يا "aubergine")
٥) کدو تنبل (pumbkin)
٦) انواع پياز
۷) گشنيز (coriander)
۸) فلفل سبز
۹) گوجه فرنگي
۱۰) اسفناج
۱۱) نعناع
۱۲) خردل
۱۳) خيار
۱٤) لوبيا
۱٥) گل کلم (cauliflower)
۱٦) شلغم (turnip)
۱۷) تربچه
۱۸) هويج
۱۹) سير
۲۰) زنجبيل (ginger) (۱،٤،٥).

چنین سبزیجاتي كه بدون كاربرد سموم كشاورزي حاصل مي آیند، از مقبولیت ویژه اي در بین مصرف كنندگان محلي برخوردارند آنچنانكه حاضر به ابتیاع آنها با بهایي بیشتر از سایر سبزیجات حاصل از شیوه های مرسوم هستند. كشاورزاني كه از این شیوه بهره مي جویند، مي توانند از عایدي حاصله براي جبران هزینه هاي تحصیلي فرزندان و برآوردن سایر نیازهاي معاش استفاده كنند (٤).

براي كاشتن سبزیجات بر روی مساحتي در حدود ١٠٠ فوت مربع پشته هاي شناور به ٤٠٠-٣٠٠ "تاكا" نیاز مي باشد ("تاكا" واحد پول كشور بنگلادش با علامت اختصاري "TK" یا "BDT" است بطوریكه ٨٢-٨١ "تاكا" معادل یك دلار آمریكا به حساب می آید). هرچند مراقبت هاي منظم و نیروي كارگري مورد نیاز نیز باید از طرف این زارعین تأمین گردند (٤).

برداشت محصول مزارع شناور:

براي برداشت محصول مزارع شناور در تالاب هاي كم عمق از طریق شنا و یا با قدم گذاشتن محتاطانه بر روي سطح آنها عمل مي گردد ولیكن اگر مزارع در تالاب هاي عمیق و وسیع احداث شده باشند آنگاه باید از قایق هاي كوچك و مناسب بهره گیرند. اغلب كشاورزان این مناطق از قدرت خریداري قایق بي بهره اند و این موضوع بویژه در مورد بسترهاي شناوري كه در سطح آب ها سرگردانند و یا در آب هاي عمیق تري احداث شده اند، با مخاطراتي همراه است (١،٥).

از سطح پشته هاي شناور مي توانند براي كاشت محصولات تابستانه و یا زمستانه بهره جویند. سبزیجات قابلیت برداشت ٣-٢ مرتبه در هفته را دارند. بعلاوه آنها را مي توان در اوج تقاضاي بازار برداشت نمود. محصولات تولیدي را مي توان بطور مستقیم در بازارهاي محلي عرضه داشت و یا به عمده فروشان و واسطه ها فروخت (١).

ملاحظات احداث مزارع شناور :

مزارع شناور را نباید در بخش هایي که متأثر از جذرومد دریا و اقیانوس (tides) و یا آب هاي به شدت جاري قرار مي گیرند، احداث نمود زیرا در اثر ضربات چنین پدیده هایي دچار فرسایش تدریجی مي شوند و بمرور زمان متلاشي مي گردند لذا مزارع شناور را بهتر است در اراضي مغروق و سیل گیر (flooded) و یا تالاب هاي کوچك احداث کنند. موقعیت مزارع شناور را نیز مي توان با "شمع کوبي" مهار ساخت (۱).

۲) مزارع شناور در مکزیك :

سیستم هاي زراعی "Xochimilco" و "Chinampas" توسط شهروندانی که در اطراف دریاچه هاي منطقه "Anahuac valley" زندگي مي کنند، توسعه یافته اند یعني منطقه اي که امروزه کلانشهر مکزیکوسیتي در آنجا واقع مي باشد. این سیستم ها شامل ایجاد جزیره هاي شناوري جهت کشاورزي هستند. بسترهایي که براي این منظور استفاده مي شوند، از لجن بستر دریاچه و سبزیجات پوسیده تشکیل مي یابند. کارآیي این سیستم ها بسیار زیاد است بطوریکه مي توانند بیش از ۷ مرحله برداشت محصول را در طي یکسال صورت دهند بدون اینکه مشکلاتي از نظر : منطقه اي، اکولوژیکي و یا ناپایداري تولید بروز دهند (٦).

منطقه "Anahuac valley" مکزیک در دوران امپراطوري سرخپوستان قوم "آزتك" نیز از اصلي ترین مناطق تولید مواد غذایي بوده است که از سیستمي بنام "Milpa" بهره مي گرفت. این سیستم شامل رویاندن محصولات مختلف بصورت همزمان در یك فضاي محدود می باشد. امروزه فقط تعداد محدودي از کشاورزان بومي منطقه "Cuemanco chinampas" همچنان از این سیستم استفاده مي کنند. آنها همچنان از منابع قابل دسترس منطقه و محدوده کانال ها جهت تولید محصولات کشاورزي سود مي جویند. در این روش، لجن (mud) را از کف کانال ها توسط چمچه هایي (scoop) بالا مي آورند و بصورت لایه هایي به ضخامت ٤ اینچ بر سطح زمین پهن مي کنند تا خشك شود سپس آنها را بصورت مکعب هاي کوچکي مي برند. آنگاه متعاقباً بذور منفرد محصولات زراعي مناسب را بصورت دستي در هر یك از قطعات مکعبي موسوم به

"almacingo" مي كارند. زمانيكه بذور مذكور شروع به سبزشدن (sprout) نمودند آنگاه قطعات مذبور را در خاكي كه با مخلوط سبزيجات پوسيده و كودهاي آلي پوسيده تقويت شده اند، تعبيه مي كنند (٦).

پس از اينكه محصولات برداشت شدند، مجدداً زمين را با كودهای آلی آماده مي سازند تا لايه ديگري از "almacingo" را پذيرا باشند و بدينگونه هر سري از محصولات از لايه جديدی از لجن خشک و حاصلخيز سود مي برند (٦).

اين روش براي كانال هاي آب منطقه اجراي عمل نيز به چند دليل زير مفيدند:
١) بيرون كشيدن لجن كف كانال ها باعث حفظ عمق مؤثر كانال ها مي شود و از زوال كانال ها جلوگيري مي كند.
٢) مازاد آب مصرفي جهت رویاندن محصولات كشاورزي پس از فيلترشدن توسط سيستم "Chinampa" مجدداً به كانال ها برگردانيده مي شود.
٣) بواسطه بكارگيري سبزيجات پوسيده و كودهاي دامي از مصرف كودهاي شيميايي و آلودگی محيط زيست اجتناب مي گردد.
٤) خاك مصرفي به اندازه كافي حاصلخيز مي باشد لذا محصولات سريعاً رشد مي يابند. مثلاً برای رویاندن كاهو در طي مدت ٢٥ روز نيازي به كاربرد علف كش ها و آفت كش ها نخواهد بود (٦).

اينگونه مزارع گواينكه حاوي رديف هايي از محصولات زراعي سالم، شاداب و خوشمزه هستند بلكه اطراف چنين بسترهاي سبز را مي توان با گل هاي زيبا مزيّن ساخت. بعلاوه محوطه هاي زيبا و دل انگيز مزارع فوق را مي توان براي برگزاري اردوها ، مراسم ازدواج و ساير جشن ها اجاره داد. افرادي كه از اطراف و اكناف

براي بازديد چنين مزارعي مي آيند، از باوركردن اينكه در اطراف كلانشهر مكزيكوسيتي هستند، سر باز مي زنند درحاليكه فقط در ۲ مايلي شمال اين شهر حضور دارند. بدينگونه كانال "Xochimilco" به بهشتي حقيقي در جوار شهر تبديل شده است (٦).

در مناطق اجراي پروژه مزارع "Chinampas" بهيچوجه كاربرد مواد شيميايي بواسطه اجتناب از زيان هاي اكولوژيكي مجاز نمي باشد. منطقه مذكور در حدود ۱۸٤ كيلومتر از طول كانال را به مساحت ۲٦ هزار هكتار شامل مي شود كه تماماً به كشاورزي اختصاص يافته است. بكارگيري ٥% از اين اراضي در هر وهله در قالب كشاورزي ارگانيك مي تواند براي ۲٥ ميليون از جمعيت شهر مكزيكوسيتي براي مدت ۳۰ روز غذا فراهم سازند (٦).

مزارع "Chinampas" مدام درمعرض مخاطره قرار دارند. آنها توسط افرادي كه غالباً شهروندانی سالخورده هستند، خلق شده اند و اداره مي گردند تا نيازهاي غذايي بخشي از جمعيت كشور مكزيك را برآورده سازند لذا فقط با همكاري مردمان منطقه است كه بقاء خواهند يافت. بنابراين چنانكه در اداره مزارع "Chinampas" غفلت گردد آنگاه تمامي لجن هايي كه براي زراعت در چنين سيستمي مصرف مي شوند، در داخل كانال ها باقي خواهند ماند و از عمق كانال ها كاسته مي گردد، حتي ممكن است به خشك شدن كانال ها بينجامد و نهايتاً در چنين حالتي است كه شهر مكزيكوسيتي دچار مصيبت خواهد شد. مثلاً جنگل هاي مصنوعي كه از كانال هاي آبياري مذكور مشروب مي شوند، دچار كم آبي مي گردند و بدينگونه ريه هاي شهر كه به پالايش CO2 حاصل از وسايل نقليه و كارخانجات اقدام مي كنند، غير فعال مي شوند و منطقه مذبور بصورت چاله اي مملو از لجن در خواهد آمد. همچنين رستوران ها، فروشندگان عمده و دستفروشاني كه از محصولات چنين مزارعي بهره مند مي گردند، از اينگونه توليدات كشاورزي سالم محروم خواهند شد (٦).
اينگونه مزارع همچنين پناهگاه افرادي شده اند كه به فراگيري و انجام فعاليت هاي كشاورزي علاقمندند لذا بذور و وسايل لازم در اختيار شهروندانی كه قرباني خشونت و محروميت بوده اند، قرار داده مي شوند تا بدينگونه به استقلال اقتصادي دست يابند و از فعاليت هاي توليدي و سالم خويش لذت ببرند (٦).

۳) كشاورزي در پهنه گسترده دريا (Farming the sea):

بنظر مي رسد كه دنيا از بسياري جهات دچار محدوديّت هایی گرديده است بويژه اينكه اراضي كشاورزي بسيار محدودند درحاليكه جمعيّت جهان بصورت روزافزون ازدياد مي يابند. اگر شما از جمله افرادي هستيد كه از تخصص كافي بي بهره اند بنابراين بسياري از دَرب هاي پيشرفت بر شما بسته اند و بايد قايقي برافرازيد و مخاطرات رفتن بسوي فضای آزاد را پذيرا گرديد. اقليت هاي مذهبي و ايده آليست هاي سياسي نمي توانند در جستجوي آينده بهتر براي بشريت باشند درحاليكه مرزهايي ناشناخته و گسترده بنام درياها و اقيانوس ها بر جمعيّت جهان آغوش گشوده اند.
اگر ما بتوانيم در درياها زندگي كنيم آنگاه مي توانيم مجدداً آزادي را حس كنيم.
اگر بتوانيم مزارع خود را در درياها احداث كنيم آنگاه مي توانيم در آنجا زيست نمائيم. البته برخي از انسان ها بخوبي قادر به دوام آوردن در گسترة درياها هستند امّا برخي ديگر پس از مدتي كوتاه به زندگي عادي برمي گردند.
ميزان موجودي ماهيان و آلودگي درياها بايد با شيوه بهتري مديريّت شوند. بدينگونه از پهنه درياها مي توان بعنوان سكونتگاه، مزارع پرورش آبزيان و بويژه توليد سبزيجات سالم بهره گرفت (۲).

الف) تالاب هاي حبابي (bubble ponds):

در اين روش اقدام به ايجاد گلخانه هاي حبابي شناور مستقر بر بالشتك هاي پُر از باد مي كنند سپس داخل حباب هاي ايجاد شده را با آب شيرين و هوا مملو مي سازند. بدينگونه آب شيرين بر روي آب دريا شناور مي گردد تا اثرات متعادل سازي ساختار حبابي را برعهده گيرد. در نهايت سطح حباب مذكور را با پلاستيك شفافي مي پوشانند بطوريكه در بالاترين نقطه بصورت گنبدي در مي آيد كه شباهت زيادي به قايق هاي سرپوشيده اي دارد كه در برخي نقاط جهان بعنوان سكونتگاه شناور (life raft) استفاده مي گردند (٢).

همچنين يك محفظه سرپوشيده در لبه گلخانه هاي شناور بعنوان انباري ايجاد مي شود كه جزئي جدائي ناپذير از آنها بشمار می آيند و دربر گيرنده : موتورخانه (منبع نيرو) ، تنظيم كننده فشار هواي داخل گلخانه ، كنترل كننده فشار اسمزي جهت عدم شورشدن بستر كاشت آبي ، دستگاه هاي پايش محصول ، كوددهي و ابزارهاي برداشت مي باشد (٦).

گلخانه هاي حبابي مذكور بر سطح درياهاي آرام كاملاً شناور مي شوند و در شرايط طوفاني بحالت نسبتاً مغروق در مي آيند. كف چنين ساختارهايي را با لايه اي از سيمان استوار و مستحكم مي سازند و لبه هاي آنها را در حاشيه ها اندكي به سمت بالا ادامه مي دهند. گلخانه هاي مذكور در چنين حالتي شباهت زيادي به يك ماهي ژله اي رباتيك خواهند داشت (٢).

گلخانه هاي حبابي نياز چنداني به حضور نيروي انساني مگر براي سركشي و برداشت محصول ندارند.

گياهان آبزي سهل تر از ساير گياهان در چنين گلخانه هایی بعمل مي آيند زيرا آنها بدليل شناوری متحمل به آب هستند و به حمايت كمتري نيازمندند بنابراين فقط خواهان كوددهي هستند و همچنين بايد ميزان شوري آنها را كنترل نمود (٢).

از جمله گیاهاني كه مي توان در گلخانه هاي حبابي شناور پرورش داد شامل:

۱) "اسپيرالينا" :

"اسپيرالينا" (Spiralina) يك نوع جلبك دريايي (algae) است كه از آن براي موارد گوناگون ذيل بهره مي گيرند :

۱-۱ : سوخت زيستي (biofuel)

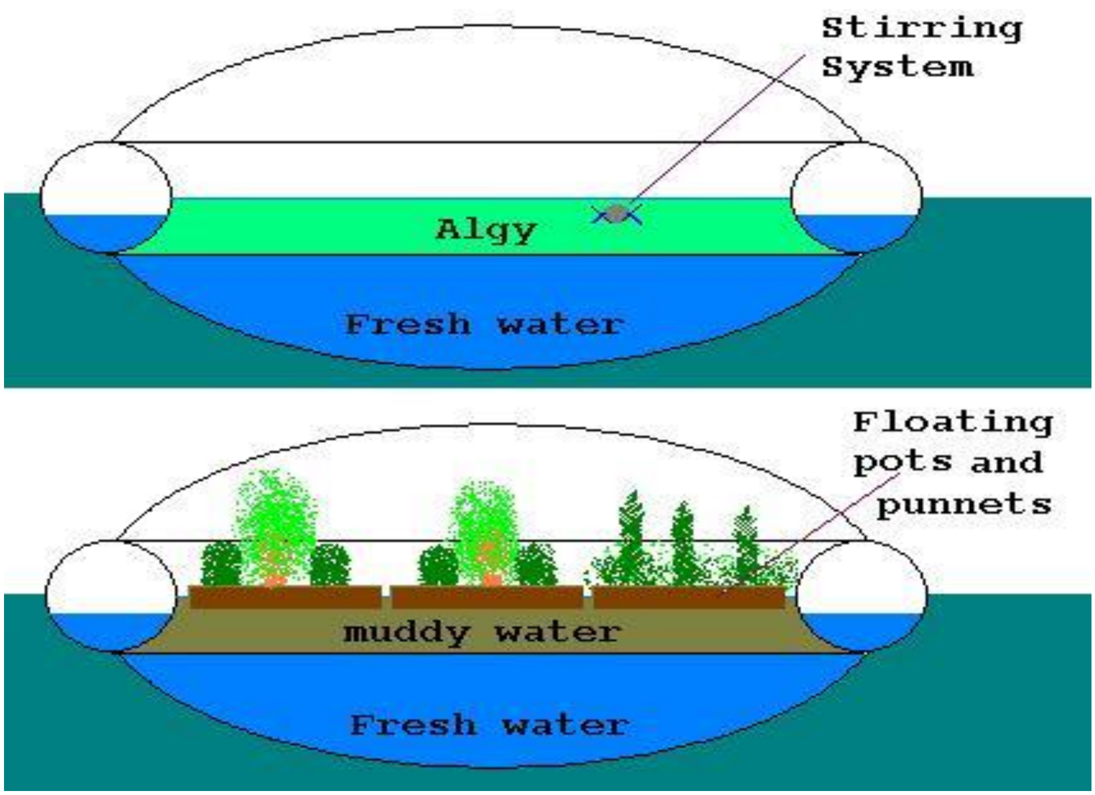
۱-۲ : ماكاروني هاي غنير از پروتئين

۱-۳ : پودرها و معجون هاي سرشار از پروتئين

۱-٤ : قندهاي موجود آنرا جداسازي و بصورت محصولي بنام مايعات قندي (sugar rich whey) به مصارف متعدد مي رسانند (۲).

۲) "اسفناج آبزي" :

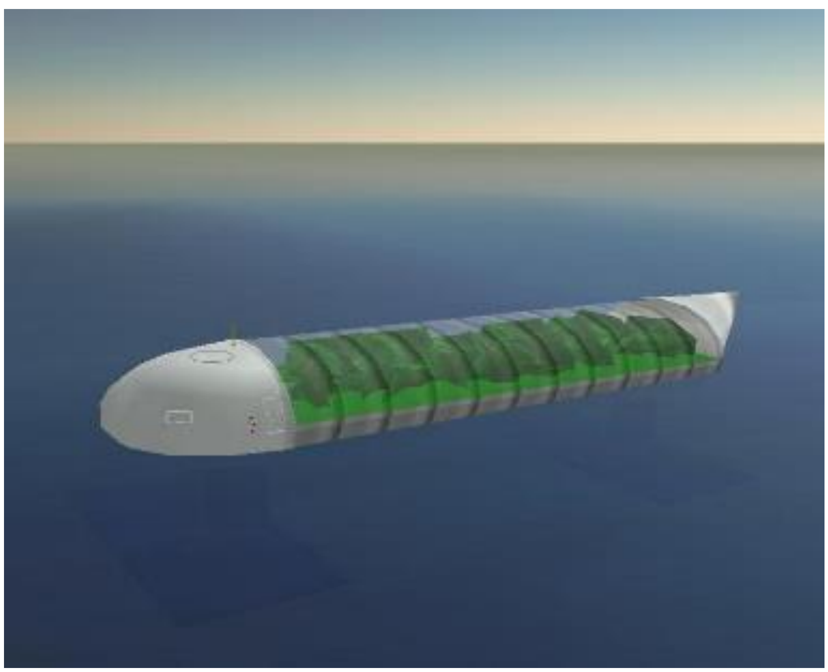
"اسفناج آبزي" (water spinach) با نام علمي "Ipomoa aquatic" در مرتبه دوّم اهميت قرار دارد. اين نوع از سبزيجات آبزی داراي ساقه هاي توخالي است و نيازي به خاك ندارد. از اين محصول براي تهيّه قندهاي شيرين (sweet sugar) ، نشاسته و بعنوان عامل حجم دهنده (bulking agent) غذاها بهره مي گيرند (۲).



۳) "شاه بلوط شناور" :
"شاه بلوط شناور" (water chestnut يا water caltrop) از گياهان آبزي دو لپه اي خانواده "Trapaceae" با نام هاي علمي "Trapa natans" و "Trapa bicornis" است. آنها از منابع غني نشاسته بشمار مي آيند و قادرند در آب هاي حاوي لجن بخوبي رشد كنند و محصولات غذايي حاوي انواع عناصر تغذيه اي را توليد نمايند (۲).

٤) "سنبل آبي" :
"سنبل آبي" (water hyacinth) از جمله گياهاني است كه پيشتر آنرا غير قابل خوردن (inedible) مي دانستند وليكن امروزه آنرا به كمك برخي فرآيندهاي شيميايي به توليد نشاسته، قند و گلوكز براي تغذيه انسان و يا تهيّه علوفه دام ها می رسانند. از اين گياه همچنين مي توان جهت تدارك كودهاي آلي و سوخت هاي زيستي بهره گرفت (۲).

٥) "عدسك آبي" :
"عدسك آبي" (Duckweed) گياهي بسيار كوچك است كه با سرعت زيادي رشد مي كند. اين گياه قبلاً در تهيّه غذاهايي براي انسان بكار مي رفت امّا امروزه چنين كاربردي بندرت صورت مي پذيرد. از پالپ هايي (pulp) كه با اين گياه فراهم مي شوند، براي تهيّه محيط كِشت هايي جهت پرورش باكتري ها، قارچ ها و مخمرها استفاده مي كنند (۲).



۶) گیاهان نیمه آبزي و گلداني شناور:

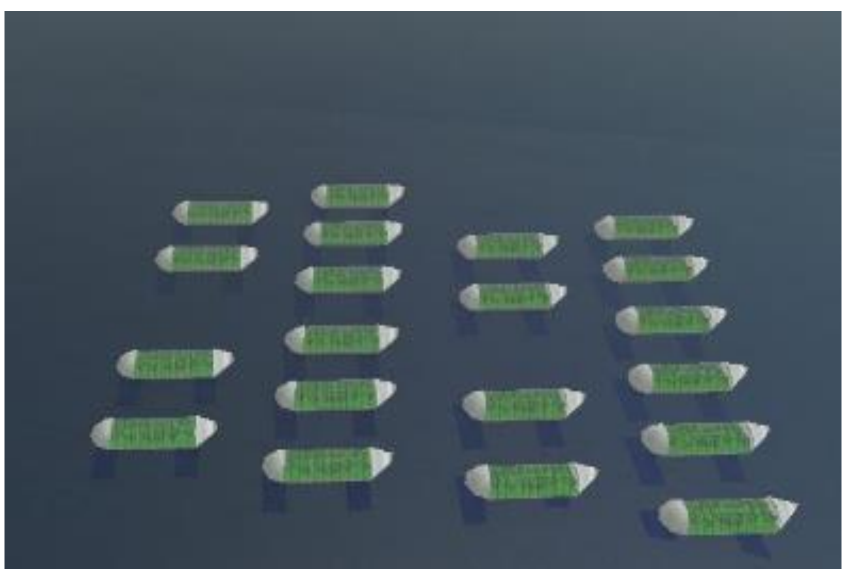
گیاهان نیمه آبزي (semiaquatic) و گیاهاني که در گلدان هاي شناور (raft pot) پرورش مي یابند نظیر : سیب زمیني شیرین (Yam) ، برنج زراعي ، برنج وحشي ، گوش فیل نواحي گرمسیري (Taro) ، شاهي آبزي یا "بولاغ اوتي" (watercress) و سنبل خوراکي نیازمند لجن بیشتري در درون آب هستند. این گیاهان را مي توان بر سطح بستري از لجن که روي لایه اي متخلخل درون آب قرار دارند، رویانید. گواینکه امواج مي توانند باعث بهم زدن لجن ها و آشفته شدن محیط رشد آبي آنها شوند امّا آنها مي توانند به چنین شرایطي عادت کنند (۲).

از گیاهاني چون: سبزیجات، لوبیا، نخود و نعناع نیز مي توان بر روي بستر نفوذپذیر و متخلخل اینگونه مزارع آبي استفاده نمود که به آن شیوة "permaculture" گفته مي شود (۲).

۷) گیاهان ساحلي متحمل به نمك :

براي پرورش گیاهان ساحلي (shore plants) غالباً از ۲ گیاه متحمل به نمك بنام هاي "ناپیا دانه اي" (Nypa grain) و "ناپیا علوفه اي" (Nypa forage) استفاده مي کنند که بترتیب با اسامي علمي "Distichlis palmeri" و "Distichlis spicata" شناخته مي شوند. این گیاهان را مي توان در آب دریا نیز رویانید ولي در شرایط آب هاي شیرین از رشد بیشتري برخوردار مي گردند. بعلاوه از آنها مي توان براي کاهش شوري آب و خاك بهره گرفت. این گیاهان گرچه نیازمند خاك هستند ولیکن آن ها را مي توان در بخش هایي از دریاها که حالت ایستابي دارند، پرورش داد.

همچنین مي توان از بوته هاي نمك دوست و گوشتي (آبدار) براي این منظور بهره گرفت چنانکه از برخي آنها در استرالیا بعنوان سبزیجات خوراکی استفاده مي شود که داراي مزه خوبي حتی بدون انجام فرآیند مي باشند. این گیاهان به عنوان علوفه نیز کاربرد دارند (۲).



"ناپیا پالم" (Nypa palm) گیاه جالب دیگري است که بعنوان غذا و یا منبع تولید نوشیدني هاي غیر الکلي (beverage) و جهت تولید شکر استفاده مي شود. این گیاه در حقیقت نوعي درخت خرما (palm) است که

در آب شور دريا مي رويد. درخت مذكور داراي ارتفاع نسبتاً بلندي است لذا در صورت كاشت بر اينگونه بسترهای شناور سرپوشيده ممكن است نيازمند ايجاد منافذي بر سقف گلخانه هاي حبابي براي ادامه رشد باشيد. از برگ هاي كاغذي (papery) اين گياه مي توان در ساختن : بوريا، سقف هاي پوشالي و سبدها استفاده كرد. از آن همچنين براي تهيّه تخته هاي چندلايه (polyboard)، پالپ هاي كاغذي (paper pulp) نيز بهره می گيرند (٢).

٨) جلبك هاي دريايي :
در صورت روياندن گياهاني چون جلبك های دريايي (Marine algae) نوع "Sargasso weed" و بسياري ديگر از گياهان بحری مي توان از "نمك زدايي" (desalination) بستر آبي آنان كاست و يا اصولاً از اين موضوع صرف نظر نمود. گياهان دريايي را گرچه مي توان بر مزارع آبي شناور كشت نمود امّا بايد آنها را از نظر: كوددهي، ماهيان آفت (pest fish) و سخت پوستان مهاجم (crustaceans) كنترل كرد. بدينگونه كوددهي در مزارع حبابي شناور فقط در وسعت كوچكي انجام مي شود و كل بستر دريا آلوده نمي گردد.

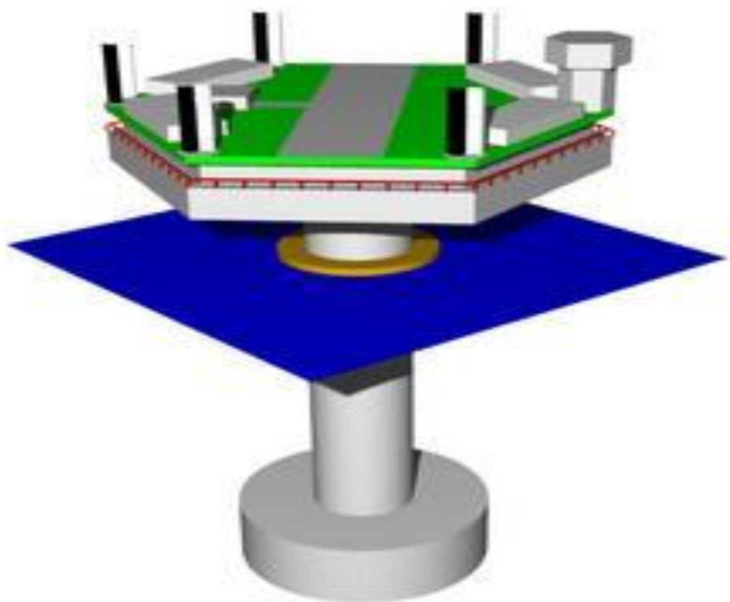
جلبك دريايي "Sargasso weed" فقط در مزارع حبابي اقيانوس اطلس پرورش مي يابد و واكنش آن تاكنون در مزارع حبابي اقيانوس آرام بررسي نگرديده است. متقابلاً گياهاني نظير جلبك هاي دريايي بزرگ (giant kelp) و جلبك هاي ژاپني (Japanese algae) نيازمند مواظبت هاي بيشتري در خارج از اقيانوس آرام هستند (٢).

ايده كلي در زراعت بر بسترهای شناور چنين است كه سيستم كشاورزي شناور درون آب های شيرين و نيز بر سطح درياها در انعطاف با امواج صورت پذيرند. اين شيوه بسيار مشابه تكنولوژي كاشت محصولات بر روي قايق هايي از جنس فوم (foam) است كه بر سطح آب سدها و تالاب ها انجام مي شود. ضمناً تمامي مواد پلاستيكي كه در اين شيوه مصرف مي شوند، براي كاهش هزينه ها غالباً از انواع قابل بازيافت انتخاب مي گردند (٢).

اولين مناقشه در مورد استفاده از تالاب هاي شناوري كه از جنس هاي قابل انعطاف و يا خشن استفاده مي گردد، چنين است كه چگونه از آنها بتوان در بسترهاي حفاظت نشدة درياها بهره گرفت زيرا هر تالاب شناوري حاوي حجم زيادي از آب شيرين است كه توسط وزنه هاي حاوي آب دريا بحالت تعادل در آمده اند و ضربات ناشي از امواج دريا و بادهاي شديد را خنثي مي سازند بدينگونه اين احتمال كه محصولات مزارع شناور در اثر طوفان هاي شديد آسيب ببينند، وجود دارد امّا چنين امكاني در مورد گياهان زراعي مزارع خشكي نيز بروز مي نمايد. ضمن اينكه اينگونه تالاب هاي شناور تا ميزان قابل ملاحظه ای بر قدرت انتخاب و پرورش انواع محصولات قابل كشت و زرع مي افزايند (٢).

ب) گلخانه هاي قايقي لنگردار (greenhouse fulk boat):
اين نوع گلخانة شناور كه بر تكيه گاه هايي مستقر است، بگونه اي طراحي گرديده اند كه بتواند بر قدرت امواج دريا فائق آيد. گياهاني كه در اين گلخانه شناور كاشته می شوند، همانند مسافران يك قايق بزرگ تحت تأثير كشيده شدن و حركت سيستم قرار نمي گيرند. اين سيستم در طي دفع امواج از رطوبت لازم نيز در چنين روندي برخوردار مي شود.اين نوع گلخانه هاي شناور كپسولي داراي ٤-٢ متر قطر و ٤٠-١٢ متر طول مي باشند كه معادل اندازه يك قايق ماهيگيري و يا قايق مسكوني بزرگ است. اين گلخانهٔ قايقی نيازي به قايقران

ندارد و از طريق GPS ، رادار و سونار قابل كنترل و هدايت مي باشد. مديريت محصولاتش بطور اتوماتيك انجام مي گيرند امّا بازديدهاي منظم نيز ضرورتاً توسط زارعين صورت مي پذيرند. در اينگونه ساختارها از سيستم هاي اتوماتيك لنگراندازي (mooring system) و ضربه گيرهاي حاشيه اي (fender) جهت كاهش خسارات احتمالي بهره مي گيرند. چنين مزارعي بواسطه برخورداري از شكل كپسولي (vessel) مي توانند براحتي مديريت گردند و يا جابجا (farm racing) شوند (۲).



يكي ديگر از مشكلاتي كه توسط مزارع قايقي قابل حل مي باشد اينكه مي توان كندوهاي زنبوران عسل را بطور موقت در داخل چنين حباب هايي مستقر نمود تا ضمن حركت قايق ها بتوانند محصولات گلدار را تلقيح سازند. در اينگونه موارد با متصل نمودن ۲ يا چند كپسول شناور توسط لوله هاي قابل انعطاف بر گسترهٔ فعاليت و گرده افشاني زنبورها افزوده می گردد. اينگونه زنبورها به عبور از دالان هاي تنگ (maze)، زندگي در اتاقك ها و تنه هاي توخالي درختان عادت داده شده اند. همچنين يك دستگاه مولد دود در داخل كپسول قايقي نصب می گردد كه باعث هدايت و برگرداندن زنبورها به كندوهايشان مي شود. براي مديريت كندوهاي زنبوران عسل مي توان از افراد خبره اي جهت اسكان برای مدت چند روز در هفته و مصادف با دورهٔ گرده افشاني گل ها بهره گرفت (۲).

اينگونه قايق هاي كپسولي شناور داراي عرشه (deck) نيستند. قايق ها بصورت مدوّر ساخته شده اند و تمامي جوانب آنها مسدود شده اند بطوريكه امكان ورود امواج بزرگ بداخل آنها وجود ندارد بلكه فقط به شستشوي سطح خارجي كپسول مي انجامد. با وجوديكه گياهان داخل قايق كپسولي از حركت امواج متأثر نمي شوند وليكن بايد براي استحكام گياهان و بوته هاي بلند از سيستم هايي بعنوان قيّم بهره گرفت . همچنين در

داخل قايق هاي شناور مي توان از دوربين هاي ارزان متصل به كامپيوتر و انترنت (webcam) استفاده نمود(۲).

افراد مي توانند در زمان هرس كردن (prune) و يا برداشت محصول براي زمان كوتاهي وارد قايق كپسولي شوند. توازن قايق ها همچنين از طريق مخزن آب بزرگي كه در كف آن تعبيه شده است و به پرورش آبزيان (fish tank) اختصاص دارد، صورت مي پذيرد بطوريكه از بقاياي گياهان پرورش يافته براي تغذيه ماهيان گياهخوار (herbivorous fish) استفاده مي شود و فعاليّت هاي زيستي ماهيان نيز در يك سيستم بسته قادرند باعث حاصلخيزي محيط آبي شناور در كشت هاي هيدروپونيك گردند (۲).

پ) خاك سازي در دريا براى مزارع شناور :

اغلب بسترهاي دريايي از گل و لاي دريايي حاوي سيليس (siliceous marine ooze)، سنگ هاي بازالت (basalt rock)، كلوخه هاي معدني (mineral nodule) و رسوبات كاني تشكيل يافته اند لذا با كمك لاروب هاي نيمه روباتيك اقدام به برداشتن گل و لاي كف دريا مي كنند سپس آنها را با آب تازه شستشو مي دهند آنگاه با بقاياي محصولات ارگانيك مخلوط مي سازند تا در نهايت به خاك سازي منجر شود.

گل و لاي درياها سرشار از سيليكون هستند وليكن ضروري است كه بايد آنها را از نظر عدم وجود مواد سمّي نظير كبالت و مس بررسي نمود. شن و رس نيز در بستر درياهاي عميق يافت مي گردند. آنها همچنين در اعماق مختلف آب دريا بصورت محلول وجود دارند. بسياري از كشورها داراي سواحل شني و بيابان هاي وسيع مملو از شن و ماسه فراوان هستند لذا تهيّه آنها دشوار و گران نمي باشد. بازالتي كه از بستر درياها حاصل مي شوند، بسيار مفيد و ارزشمندند. مواد معدني كه از درياها حاصل مي گردند، ابتدا شسته مي شوند سپس به ترتيب بحالت سنگريزه اي و پودري در مي آيند تا در پروسه تهيّه خاك از بستر دريا بصورت مخلوط مناسب استفاده گردند (۲).

منابع و مآخذ :

1) P.A – 2012 – Floating gardens in Bangladesh – Practical Action ; Technology Challenging Poverty , Bourton , UK

2) Wesley , Bruce – 2012 – Farming the sea – Wesley Bruce _ at _ iinet (bubble _ ponds _ fluke _ boats)

3) Schwartz , Ariel – 2012 – Floating farms could provide cheap , plentiful produce – Mansueto Ventures LLC , New York

4) Dilip , Roy – 2012 – Floating vegetable farming boon for marginal farmers – The Daily Star

5) IRIN – 2010 – Bangladesh ; spreading the floating farms tradition – Humanitarian news and analysis ; a service of the office for the coordination of humanitarian affairs

6) Zomppa Mila – 2012 – The Xochimilco Chinampas : floating farms in Mexico – Business Wordpress

" زراعت گیاه غدّه ای تارو" ؛

"Taro growing"

مقدّمه :

محصولات ريشه اي مناطق استوايي بطور وسيع در سراسر مناطق گرمسيري و نيمه گرمسيري جهان كاشته مي شوند و غذاي اصلي بيش از ۴۰۰ ميليون نفر ساكنين مناطق مزبور را تشكيل مي دهند. مردمان منطقه اقيانوس آرام (پاسيفيک) گواينكه براي رفع بخشي از نيازهاي تغذيه ای به واردات آرد و دانه برنج متكي هستند وليكن از محصولات ريشه اي ذيل براي عمده مصارف غذايي بهره مي جويند :

۱) تارو (taro) با نام علمي "colocasia esculenta"

۲) تارو بزرگ (giant taro) با نام علمي "Alocasia macrorhiza)

۳) تارو بزرگ اراضي باتلاقي (giant swamp taro) با نام علمي "cyrtosperma chamissonis"

۴) تانيا (tannia) با نام علمي "Xanthosoma sagittifolium"

۵) كاساوا (cassava) با نام علمي "manihot esculenta"

۶) سيب زميني شيرين (sweet potato) با نام علمي "Ipomoea batatas"

۷) يام ها (yams) با نام علمي "Dioscorea spp"

محصولات ريشه اي منطقه پاسيفيك موجب اعتبار و نفوذ (prestige crop) زارعين آنها مي باشند. ساكنين از اينگونه محصولات معمولاً در جشن هاي سنتي مصرف مي نمايند و بعنوان هديه يا التزام تعهدات اجتماعي بهره مي گيرند (۴).

گیاهشناسی تارو :

"تارو" نامی عمومی برای چندین گیاه از خانواده گل شیپوری موسوم به "آروم" (Arum) یا "آراسه" (Araceae) از راسته "آرالیس" (Arales) می باشد که از برگ ها ، کورم ها و دُمبرگ هایش بعنوان سبزی خوردن استفاده می شود. سایر اعضاء مهم خانواده "آراسه" عبارت از : آنتوریوم (anthurium) ، دیفن باخیا (dieffen bachia) و فیلودندرون (philodendron) هستند (۸).

"تارو" از محصولات قدیمی قابل کشت در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری محسوب می شود که از جنوب شرقی آسیا از جمله هند و مالزی منشأ گرفته است. "اسپنسر" (spencer) اظهار می دارد که "تارو" و سایر گیاهان خوراکی خانواده گل شیپوری از شرق هند تا جزیره تایوان و جزایر سلیمان گسترش یافته اند. بذور

گیاه "تارو" به سادگی توسط پرندگان و موش خرما پخش می شوند. "تارو" را با اسامی دیگری نظیر : "فیل گوش" (elephant ears) و "سیب زمینی گرمسیری" (tropics potato) نیز می شناسند.
"تارو" گیاهی علفی و چندساله با تعدادی برگ بزرگ شبیه گوش های فیل است. برگ های قلبی شکل "تارو" به طول ۳-۲ فوت ، عرض ۲-۱ فوت و دُمبرگی به درازای ۳ فوت است که از ناحیه طوقه ای یک غدّهٔ ایستاده موسوم به "کورم" (corm) حاصل می شوند. دُمبرگ ها (petioles) به فرُم ضخیم ، گوشتی و غالباً متمایل به ارغوانی هستند و هر دُمبرگ به نزدیکی مرکز برگ متصل است.

کورم "تارو" به صورت غده ای نوک تیز با حاشیهٔ زبر و خشن و ریشه های دوکی می باشد. هر کورم به وزن ۲-۱ پوند است ولیکن کورم هایی با وزن ۸ پوند نیز مشاهده شده اند. کورم "تارو" دارای پوست قهوه ای و گوشت سفید تا صورتی است. هر کورم اصلی به تولید چندین "کورم چه" (cormel) در اطرافش می پردازد.
هر بوته "تارو" در بهترین شرایط می تواند به ارتفاع ۸ فوت برسد و کانوپی به وسعت ۸ فوت مربع را تشکیل دهد. "تارو" دارای ۲۰۰ رقم است که غالباً برای حصول کورم و کورم چه های خوراکی و یا بعضاً بمنظور شاخه و برگ های زینتی پرورش می یابند (۲).

انواع "تارو" را به دو دسته زیر تقسیم نموده اند :
الف) تاروهای آپلند (apland taro) :
آنها موسوم به "arvi" ، "eddoe" و "cocoyam" می باشند و دارای کورم های طویل و خوراکی هستند که عمدتاً در اراضی بالادست و زهکش دار (aroids) بعمل می آیند. این گروه عمدتاً از گونه " colocasia antiquorum" و سرشار از نشاسته می باشند. تاروهای آپلند تولید تعداد زیادی بَنه یا غده (eddo) می نمایند که همانند سیب زمینی برای پختن و فرآوری کاربرد دارند (۸،۲).

ب) تاروهای اراضی مرطوب (wetland taro) :
آنها موسوم به "dasheen" ، "kalo" ، "bajee" و "tags" هستند که غالباً در اراضی پائین دست و باتلاقی برای استفاده خوراکی از برگ هایشان کاشته می شوند. این گروه عمدتاً از گونه " colocasia esculenta" می باشد. ساکنین "پولینزی" از آنها برای تهیّه غذای "پویی" (poi) بهره می گیرند (۸،۱،۲).

گونه "colocasia esculenta" بومی جنوب هند و جنوب شرقی آسیا است. این گونه بخوبی با محیط های مختلف سازگار (naturalize) می گردد. این گیاه چندساله گرمسیری را عمدتاً بعنوان یک سبزی ریشه ای پرورش می دهند زیرا دارای کورم های نشاسته ای و برگ های خوراکی است. "تارو" جزو غذاهای عمده بشر در آفریقا ، مناطق اقیانوسی و جنوب هند است. آنرا در بنگلادش ، مصر ، منطقه مدیترانه ، شرق تا غرب آفریقا و منطقه کارائیب برای مقاصد خوراکی می کارند. انواعی از گیاه "تارو" که بعنوان گیاه زینتی (ornamental) پرورش می یابند موسوم به "گوش فیل" هستند (۸).

«جدول۱) مهمترین تولیدکنندگان تارو در سال ۲۰۰۹ میلادی (۸):

ردیف	کشورها	تولید (میلیون تن)
۱	نیجریه	۴/۴
۲	چین	۱/۷
۳	کامرون	۱/۷
۴	غنا	۱/۵
۵	گینه پاپوآ	۰/۳
۶	جمع کل	۹/۶
۷	تولید جهانی	۱۱/۳

زراعت گیاه تارو :

گیاه "تارو" را در اراضی باتلاقی (paddy fields) یعنی جائیکه آب بوفور در دسترس قرار دارد و یا در اراضی مرتفع (upland) که نیاز آبی گیاه از طریق بارندگی و آبیاری تکمیلی قابل تأمین است ، کشت می کنند. "تارو" را می توان همانند برنج و نیلوفر آبی (lotus) در اراضی سیلابی (flooded) کاشت و این موضوع به دلیل وجود فضاهای هوایی (air spaces) در داخل دُمبرگ ها می باشد بطوریکه فضاهای هوایی امکان تبادلات گازی مورد نیاز گیاه را با اتمسفر فراهم می سازند ولیکن برای اینکه گیاه "تارو" از حداکثر اکسیژن محلول در آب بهره گیرد، باید از آب های روان و خنک برای آبیاری آنان استفاده گردد. استقرار آب های گرم و راکد در بستر کاشت "تارو" موجب پوسیدگی پایه گیاه (basal rotting) خواهد شد. سطح آب باید برای حصول بالاترین میزان عملکرد بخوبی کنترل شود زیرا پایه گیاه در هر صورت همواره در زیر آب می ماند (۸).

تارو را می توان در طیف وسیعی از خاک ها شامل : اراضی آپلند ، اراضی خشک زهکش دار ، اراضی غیر سیلابی ، اراضی برخوردار از باران های سیل آسا و اراضی مغروق ضمن بخش عمده ای از سال کشت نمود. تارو قابلیت پرورش در اراضی شالیزاری و یا اراضی حاصلخیز حاشیه ای را دارد. این گیاه بویژه در اراضی پائین دست که معمولاً از انواع آبرفتی (alluvial) حاصلخیز هستند، بخوبی محصول می دهد. تارو توانایی پرورش در اراضی همسطح دریا تا ارتفاعات ۱۸۰۰ متر با متوسط حرارت روزانه ۲۷-۲۱ درجه سانتیگراد و بارندگی سالانه ۲۵۰ سانتیمتر را دارا می باشد. تارو را می توان در خاک های باتلاقی (waterlogged) که برای سایر گیاهان مناسب نیستند، کشت نمود. کاشت گیاه "تارو" در اراضی سیلابی نسبت به اراضی خشک دارای فوایدی بشرح زیر است :

۱) افزایش عملکرد تا میزان دو برابر

۲) تولید محصول در خارج از فصل که بهای بیشتری دارد.

۳) کنترل علف های هرز در شرایط مغروق (۸،۲).

گیاه "تارو" در خاک های مغروق به دوره زمانی طولانی تری برای رسیدن به مرحله بلوغ ، هزینه بیشتر عملیات کشاورزی ، سرمایه گذاری زیر بنایی و شیوه "مونوکالچر" نیازمند است. "تارو" همانند سایر محصولات ریشه ای خواهان خاک های عمیق ، مرطوب و حتی باتلاقی (swampy) است که از بارندگی سالانه بیش از ۲۵۰۰ میلیمتر بهره مندند. گواینکه ارقام "eddoe" مقاومت بیشتری نسبت به شرایط خشکی و سرما دارند(۸).

--- گیاه تارو نیازمند فصل رشد طولانی است لذا عمدتاً در مناطقی کاشته می شود که آب کافی در سراسر سال قابل دسترسی است. مراحل مهم پرورش موفقیت آمیز گیاه "تارو" عبارتند از :

آماده سازي زمين ، کاشت ، کنترل علف هاي هرز ، کوددهي ، کنترل آفات و برداشت (۵،۲).

آماده سازي زمين تارو :

در اوّلين مرحله از آماده سازي زمين براي كاشت گياه "تارو" بايد به حذف بقايا و زوايد گياهان پيشين اقدام نمود. براي اين منظور بصورت هاي زير مبادرت مي ورزند :

۱) استفاده از بولدوزر که روشی سریع امّا گران است.

۲) تجزیه میکربی (microbial decomposition) بقایا از طریق موور زدن و سپس زیر خاک کردن آنها با روتوتیلرها

۳) حذف بقایا با استفاده از کولتیواتورهای دندانه فنری (spring toothed).

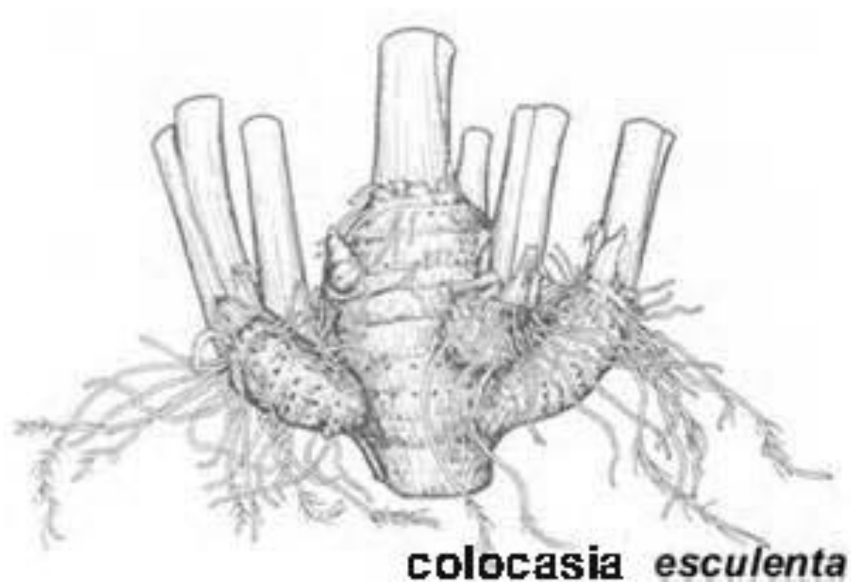
در مرحله دوّم به شخم زدن و عملیات اصلاح زهکشی می پردازند و علف های هرز را کنترل می نمایند. عمق شخم مناسب برای کاشت گیاه "تارو" در حدود ۱۶-۱۲ اینچ می باشد. شخم زدن باید بگونه ای باشد که هیچگونه بقایایی بر سطح زمین باقی نماند. زمین شخم خورده باید برای ۴-۳ هفته به همان حال باقی باشد تا تجزیه میکربی بقایای دفن شده بخوبی انجام پذیرد و در نتیجه از شدت علف های هرز در آتی کاسته گردد. این اعمال اگر بخوبی انجام گیرند، نهایتاً هزینه های تولید کاهش می یابند و بر میزان عملکرد افزوده می شود.

در سوّمین مرحله از آماده سازی زمین اقدام به آهک دهی (liming) بستر کاشت به میزان ۱۲-۱۰ تن در ایکر از طریق خُرد کردن مرجان های ساحلی می شود. باید توجه نمود که آهک دهی باید بعد از شخم زدن انجام پذیرد. آهک دهی مزارع "تارو" دارای مزایای زیر است :

الف- کاهش بیماری های کورم

ب – کاهش کورم های خارج از فُرم

پ – افزایش ویگوریته گیاه



در مرحله چهارم از ادوات پُشت تراکتوری کششی جهت خُرد کردن کلوخه های خاک و اختلاط آهک با خاک بهره می برند. ضمن آماده سازی خاک به افزودن کمپوست و کود فسفره نیز اقدام می نمایند.
در مرحله پنجم یا مرحله نهایی اقدام به ایجاد جویچه هایی (furrow) با فواصل ۴-۳ فوت جهت کاشت گیاه "تارو" می نمایند (۵،۷).

کاشت گیاه تارو :

گیاه "تارو" بندرت به تولید بذر می پردازد لذا تکثیر آن غالباً از دو طریق زیر صورت می پذیرد :
الف) تقسیم گیاه اصلی
ب) کورم و بخشی از بافت ساقه به طول ۱۸-۱۲ اینچ که به "هولی" (huli) موسوم است.
عملیات کاشت، داشت و برداشت تارو بجز کنترل شیمیایی علف های هرز در بسیاری از اجتماعات به روش دستی و بدون کاربرد ماشین آلات صورت می پذیرند. مواد کاشت تارو در منطقه هاوایی به "هولی" موسوم است. "هولی" عبارت از کورم چه هایی (cormel, oha, keiki) است که بخش هایی از برگ های متصل به آنها تحت هرس قرار می گیرند. زمانیکه گیاه تارو برداشت گردید آنگاه مقادیری از کورم در حدود 1/4 اینچ به دُمبرگ ها باقی می مانند و بقیّه کورم و انتهای دُمبرگ متصل به پهنک قطع می گردند. هولی های حاصله را در مکان خنک و خشک برای ۲-۱ روز نگهداری می کنند تا محل بریدگی ها قبل از کاشت التیام یابند. نگهداری هولی ها در شرایط مرطوب باعث پوسیدگی آنها خواهد شد. "هولی ها" را بر روی پشته های فارو به سمت راست قرار می دهند و با خاک می پوشانند. کاشت "هولی ها" بصورت مکانیزه نیز امکانپذیر است ولیکن در این روش به دو نفر اُپراتور بعنوان راننده و مسئول دستگاه کاشت نیاز می باشد. هولی ها را در سیستم تراس بندی بصورت های ردیفی (rows) و یا پشته ای (mounds) می کارند. هولی ها برای نیل به مرحله بلوغ بستگی به واریته ها به ۱۴-۹ ماه زمان نیازمندند (۲).

در منطقه جنوب اقیانوس آرام از گیاه اصلی و یا پاجوش ها برای تهیّه مواد کاشت موسوم به "تیاپولی" (tiapuli) اقدام می گردد. هر تیاپولی مشتمل بر یک کورم چه و بخشی از دُمبرگ است که اصلی ترین مواد کاشت برای تکثیر گیاه تارو بشمار می آید. استفاده از تیاپولی های کوچک اگر با تأخیر در کنترل علف های هرز همراه گردد، لاجرم باعث اثرات قابل ملاحظه ای بر عملکرد محصول می شود. استفاده از تیاپولی های بزرگ منجر به رشد گیاهان مطلوب تر می شود بطوریکه سریعاً بر سطح خاک سایه اندازی می نمایند و علف های هرز را بخوبی کنترل می کنند. تیاپولی ها را در چاله ها یا فاروهایی به عمق ۳۰ سانتیمتر می کارند(۲).

گیاه "تارو" آپلند را از پاجوش ها (suckers) یا با استفاده از گیاه اصلی پرورش می دهند. در این موارد از 1/4 اینچ فوقانی کورم چه ها (cormels) و ۱۲ اینچ ابتدایی دُمبرگ ها (leafstalk یا petiole) استفاده می شود. واریته های "داشین" (dasheen) را با کمک کورم چه های کوچک و غیر بازارپسند می رویانند. "تارو آپلند" بسیار سازگار است امّا بهترین نتایج را در خاک های عمیق و زهکش دار با بافت لومی و PH حدود ۶/۵-۵/۵ بعمل می آورند. گیاه "تارو" را با فواصل بین بوته ای ۶۰-۴۵ سانتیمتر و فواصل بین ردیفی ۶۰-۴۵ سانتیمتر و به عمق ۱۵ سانتیمتر می کارند. بطور کلی تارو را در مناطق خشک با تراکم ۱ × ۱ متر یعنی حدود ۱۰ هزار بوته در هکتار و در اراضی مرطوب با تراکم ۴۵ × ۴۵ سانتیمتر یعنی حدود ۴۹ هزار بوته در هکتار کشت می نمایند. فواصل کاشت گیاه "تارو" بسیار حائز اهمیّت است زیرا فواصل بیشتر موجب افزایش نفوذ نور خورشید به بخش های زیرین کانوپی محصول می شود و بدین طریق بر میزان شیوع علف های هرز و نهایتاً هزینه های تولید افزوده می گردد. از کاشت گیاه "تارو" در خاک های سنگلاخ (stony soil یا rocky soil) بپرهیزید زیرا باعث بدشکلی محصول و دشواری در برداشت می شود (۲،۵،۷).

ارقام تارو موسوم به "wet kalo" را در اراضی پائین دست و اراضی درّه ها بصورت سیستم تراس بندی (terraces) موسوم به "لوی" (lo`i) می کارند و با آب حاصل از چشمه سارها آبیاری می کنند. این ارقام بدین دلیل نیازمند آبیاری با آب های سرد هستند که پرورش آنها در آب های راکد و گرم به پوسیدگی گیاه منتهی می گردد (۲).

کاشت گیاه تارو باید با دوره وقوع بارندگی ها تنظیم شود آنچنانکه کاشت گیاه در اوایل فصل مرطوب می تواند بر امکان بقاء گیاه و میزان محصول بیفزاید. البته در مناطقی که مقدار و پراکنش بارندگی کفایت می نماید و یا منابع آب کافی جهت آبیاری در دسترس قرار دارند آنگاه می توان کاشت تارو را در سراسر سال انجام داد(۲).

کنترل علف های هرز تارو :

روش های مرسوم به حداقل رسانیدن علف های هرز در اراضی زیر کشت "تارو" عبارتند از :
الف) آماده سازی مطلوب زمین
ب) شخم گیاهچه های جوان علف های هرز بلافاصله پس از سبزشدن با فواصل زمانی منظم
پ) تسریع در شکل گیری کانوپی گیاه "تارو" از طریق آبیاری و کوددهی مناسب و بموقع (۵).

گیاه "تارو" از ۴-۳ ماهگی پس از کاشت به تکمیل کانوپی برگ هایش می پردازد لذا بخوبی در رقابت با علف های هرز موفق می گردد. کنترل علف های هرز در مراحل اولیه رشد "تارو" از طریق وجین دستی و یا فوکازدن صورت می پذیرد. "تارو آپلند" هر ماهه نیازمند کوددهی است(۷).
کنترل علف های هرز در طی ۶ هفته اولیه پس از کاشت الزامی است و گرنه میزان محصول با ۸۵-۵۰ درصد نزول مواجه می گردد. عملیات کنترل علف های هرز پس از هفته ششم ضرورت ندارد زیرا گیاه تارو می تواند با پُر کردن کانوپی از رسیدن نور خورشید به سطح خاک جلوگیری نماید و بدینطریق از رشد علف های هرز بکاهد. در صورت رشد علف های هرز نیز می توان با وسایل مکانیکی و یا بکارگیری علفکش ها به مقابله با آنان برخاست. کنترل علف های هرز و مالچ پاشی به دفعات در دوره رشد گیاه تارو صورت می پذیرند(۲).

علفکش "گل" (Goal) بعنوان یک علفکش قبل از سبزشدن (pre-emergent) در مزارع پرورش "تارو" بکار می رود. این علفکش می تواند از جوانه زنی بذور علف های هرز برای مدت ۸-۴ هفته ممانعت ورزد. از علفکش "گل" همچنین می توان در اوایل مرحله سبزشدن با استفاده از سمپاش های تماس مستقیم و هدایت شده بهره گرفت زیرا در مراحل بعدی و متعاقب تشکیل کانوپی هیچگونه نیازی به کنترل علف های هرز نخواهد بود(۵).

علفکش "گراماکسون" (Gramoxone) نیز در مزارع "تارو" کاربرد یافته است. از این علفکش می توان برای کنترل لکه ای دستجات علف های هرز نظیر علف خرچنگ (crab-grass) و علف "هونو-هونو" (hono-hono grass) بهره گرفت. علف "هونو-هونو" با نام علمی "commelina diffuasa" را غالباً با نام "یهودی سرگردان" (wandering jew) می شناسند (۵).

کوددهی مزرعه تارو :

تارو معمولاً اولین گیاه زراعی است که پس از جنگل زدایی کاشته می شود زیرا اینگونه اراضی بسیار حاصلخیز هستند. چنین زمین هایی پس از چند دوره کاشت و برداشت متوالی به مرور دچار ضعف و زوال می شوند لذا برای حفظ عملکرد محصول نیازمند تقویت با کودهای آلی و غیر آلی خواهند شد (۲).

معمولاً کوددهی قبل از کاشت مزارع "تارو" با کودهای نیتروژنه و پتاسه ضرورت ندارد زیرا این گیاه تا ۴-۳ هفتگی پس از کاشت از برگ ها و ریشه های کارآمدی برای بهره گیری از کودها برخوردار نیست. هرگاه خاک از سطوح فسفر کمی برخوردار باشد آنگاه کاربرد نواری فسفات بصورت قبل از کاشت توصیه می گردد.

همواره بر اقتصادی بودن پرورش گیاه "تارو" توجه نمائید و از کاربرد مواد پُر هزینه ای نظیر : آهک هیدراته ، کود مرغی و دولومیت جهت اصلاح خاک اجتناب ورزید.

از کودهای کامل با ترکیب ۱۶-۱۶-۱۶ یا ۳۲-۰-۲۱ در حدود ۲ ماه پس از کاشت استفاده کنید و اینکار را با فواصل ۴-۳ هفته تکرار نمائید. از کاربرد کودهای حائز نیتروژن کم و فسفر زیاد بپرهیزید زیرا به دلیل نیاز اندک گیاه "تارو" به فسفر فقط بر هزینه های تولیدتان افزوده خواهد شد.

در حوالی مرحله بلوغ که گیاه "تارو" به بالاترین ارتفاع نائل می آید، با بهره گیری از کود پتاسه ۶۱-۰-۰ به نتایج مطلوبی چون افزایش رشد گیاه و توسعه میزان نشاسته در غدّه ها دست خواهید یافت (۵).

در مواقع بکارگیری کودهای شیمیایی باید دقت گردد که آنها را اندکی دورتر از تکیه گاه گیاه در زمین قرار دهید زیرا پاجوش های تارو در تماس مستقیم با کودهای شیمیایی خسارت می بینند. مصرف صحیح کودهای تجارتی یقیناً به تولید گیاهان بزرگتر منجر می شود (۲).

آفات و بیماری های تارو :

الف) آفات تارو :

آفات گیاهی از جمله مهمترین معضلات مبتلابه پرورش دهندگان تارو در مناطق ذی ربط می باشند که باید بموقع شناسایی و کنترل گردند. بیشترین آفات تارو معمولاً به برگ هایش هجوم می برند (۲).
لیسه ها (slugs) از جمله ارگانیزم های مهاجم به غده های "تارو" محسوب می شوند لذا برخی از کشاورزان با توده کردن خاک بر روی کورم ها موجب کاهش خسارات لیسه ها بر کورم ها می گردند. شته ها (aphids) و زنجره ها (leafhopper) نیز جزو آفات گیاه "تارو" محسوب مي شوند که در صورت طغیان باید با استفاده از آفتکش هاي مناسب کنترل گردند. معمولاً مدیریت اراضی زیر کشت بصورت بدون علف های هرز موجب کاهش جمعیت اینگونه گیاهان ناخواسته در سال های آتی می گردد (۵،۷).

«جدول۲) مهمترین آفات بی مهره (invertebrate) گیاه تارو عبارتند از (۲):»

ملخ ها	Grasshoppers	بیدها (شب پره ها)	Moths
سیرسیرک ها	Crickets	پروانه ها (بالپولک داران)	Butterflies
تریپس ها	Thrips	سوسک ها (سخت بالپوشان)	Beetles
شته ها	Aphids	موریانه ها	Termites
زنجره ها	Leafhoppers	نماتدها	Nematodes
شپشک آردآلود	Mealy bugs	حلزون ها	Snails
کک ها	Planthoppers	لیسه ها	Slugs
سپرداران	Scales	مورچه ها	Ants
مگس سفید	White flies	کنه ها	Mites

«جدول۳) مهمترین آفات مهره دار (vertebrate) گیاه تارو عبارتند از (۲):»

۱	جوجه تیغی ها	Porcupines
۲	موش های بزرگ	Rates
۳	موش های کوچک	Mice
۴	گرازها	Bush pigs
۵	آبچلیک ها	Rails

ب) بیماری های تارو :

قارچ ها مهمترین عوامل زیستی دخیل در بروز بیماری های پاتوژنیک (biotic) گیاه تارو هستند که بارزترین آنها شامل موارد زیر می باشند :

۱-ب) آسکومایست ها (Ascomycetes)

۲-ب) بازیدیومایست ها (Basidiomycetes)

۳-ب) فیکومایست ها (Phycomycetes)

۴-ب) قارچ های ناقص (Imperfecti)

قارچ های مذکور موجب بروز عوارض زیر در گیاه می گردند :

۱*) بلایت برگی (leaf blight)

۲*) لکه برگی (leaf spot)

۳*) پوسیدگی نرم (soft rot)

۴*) پوسیدگی اسفنجی سیاه (spongy black rot)

۵*) پوسیدگی پاکتی کورم (pocket rot) (۲).

بادزدگی یا بلایت برگ "تارو" (leaf blight) یک نوع بیماری پوسیدگی برگ و ساقه است که در اثر پاتوژن های قارچی حادث می شود و در طی دوره های مرطوب می تواند به تخریب گیاه تارو منجر گردد. کاربرد ترکیبی قارچکش های "متالاکسیل" (Metalaxyl) و "منزات" (Manzate) در چنین مواقعی می تواند نسبتاً مؤثر واقع گردد (۵،۷).

برداشت محصول تارو :

زمان برداشت محصول "تارو" بستگی به نوع واریته و وضعیت گیاه مزبور دارد. گیاه "تارو" سراسر طول دوره رشد از مرحله کاشت تا مرحله بلوغ را در صورتیکه علف های هرز مزرعه بخوبی کنترل شوند در اراضی خشک طی ۱۲-۶ ماه و در اراضی باتلاقی طی ۱۵-۱۲ ماه به اتمام می رساند درحالیکه "تارو آپلند" ضمن ۱۰-۸ ماه پس از کاشت به مرحله برداشت نائل می آید. رسیدگی سریع تر ارقام "تارو آپلند" بواسطه برخورداری از تشعشع فراوان خورشید در ارتفاعات است. محصول تارو غده ای زمانی برداشت می شود که

ارتفاع گیاه به دلیل کوتاه شدن دمبرگ ها (کمتر از ۲ فوت) اندکی کاهش می یابد و برگ ها به زردی می گرایند و بخش برآمدهٔ کورم ها از خاک خارج می شوند. بطور کلی چروکیده شدن شاخه و برگ های گیاه "تارو" نشاندهنده مرحله بلوغ گیاه و آمادگی برای برداشت است. این علائم معمولاً تمایز کمتری ضمن پرورش گیاه در شرایط غرقابی بروز می دهند. البته واریته "داشین" را زمانی برداشت می کنند که اکثریت تا تمامی برگ هایش خشکیده باشند. در مواردی که تارو را برای کسب کورم هایش پرورش می دهند آنگاه برداشت محصول را پس از رسیدن به مرحله بلوغ انجام می دهند. برگ های محصول غده ای تارو را نباید برداشت نمود زیرا این عمل به رشد مطلوب کورم ها لطمه وارد می سازد. پس از اینکه محصول تارو آماده برداشت گردید، باید بوته ها را از زمین خارج ساخت و کورم ها را قطع نمود. مواد کاشت سال بعد نیز در همین زمان تهیّه می شوند.

در مواردیکه تارو را فقط برای تهیّه برگ هایش پرورش می دهند آنگاه نسبت به قطع برگ ها از دو ماه پس از کاشت هنگامی که برگ ها بزرگ و جوان هستند، اقدام می شود. فقط از برگ های جوان "تارو" برای مراسم ها و جشن ها (luau) در منطقه هاوایی بهره می گیرند.

کورم های تارو را در آخرین مراحل رشد و نمو و قبل از تبدیل نشاسته به قند موسوم به وضعیت "لولی لولی" (loli loli condition) برداشت می نمایند. کورم های حاوی مقادیر زیاد قند را نمی توان بنحو شایسته ای برای تهیّه چیپس استفاده نمود زیرا باعث ظهور تیرگی و سوختگی حواشی می شود. البته این حالت را می توان با کاربرد کودهای پتاسه کاهش داد.

کورم ها را پس از برداشت ابتدا هرس (trimmed) و سپس آبشویی می کنند و در محلول کلرین (chlorine) غوطه ور می سازند آنگاه وزن نموده و بسته بندی می کنند. نهایتاً کورم ها را با کامیون های دارای دستگاه های خنک کننده به بازارهای فروش می رسانند.

برداشت محصول "تارو" حتی در سیستم های مکانیزه به کمک دست انجام می شود. برای این منظور ابتدا به سُست کردن خاک اطراف گیاه تارو می پردازند سپس با کمک قاعده دُمبرگ ها به کندن بوته ها از خاک اقدام می کنند. متوسط عملکرد "تارو" حدود ۶/۲ تن در هکتار است امّا عملکرد غالباً در مناطق مختلف متفاوت است. متوسط عملکرد "تارو" در برخی مناطق آسیا به ۱۲/۶ تن در هکتار می رسد (۲،۵،۷،۸).

ارزش غذایی گیاه تارو :

کورم های "تارو" را که به دلیل برخورداری از رنگدانه های فنلی به رنگ ارغوانی روشن دیده می شوند، می توان بصورت های پخته (baked) ، برشته (roasted) و آب پز (boiled) مصرف نمود. نشاسته "تارو" بسادگی هضم می شود لذا غالباً در غذاهای کودکان بکار می رود. ساقه ها و برگ های جوان "تارو" را پس از دو دفعه جوشاندن جهت حذف مزهٔ گس (acrid) مصرف می نمایند زیرا آنها منبع قابل توجهی از ویتامین های A و C هستند و مقدار پروتئین بیشتری نسبت به کورم ها دارند (۸).

«جدول۴) ترکیبات موجود در یکصد گرم کورم پُخته تارو (۸):»

انرژی	۱۴۲ کیلوکالری	کلسیم	۱۸ میلی گرم (۲ درصد)
کربوهیدرات	۳۴/۶ گرم	آهن	۰/۷۲ میلی گرم (۶ درصد)
قندها	۰/۴۹ گرم	منزیم	۳۰ میلی گرم (۸ درصد)
فیبر غذایی	۵/۱ گرم	منگنز	۰/۴۴۹ میلی گرم (۲۱ درصد)
چربی	۰/۱۱ گرم	فسفر	۷۶ میلی گرم (۱۱ درصد)
پروتئین	۰/۵۲ گرم	پتاسیم	۴۸۴ میلی گرم (۱۰ درصد)
.....	.....	روی	۰/۲۷ میلی گرم (۳ درصد)
ویتامین B1 (تیامین)		۰/۱۰۷ میلی گرم (۹ درصد)	
ویتامین B2 (ریبوفلاوین)		۰/۰۲۸ میلی گرم (۲ درصد)	
ویتامین B3 (نیاسین)		۰/۵۱ میلی گرم (۳ درصد)	
ویتامین B5 (پانتوتنیک اسید)		۰/۳۳۶ میلی گرم (۷ درصد)	
ویتامین B6		۰/۳۳۱ میلی گرم (۲۵ درصد)	
ویتامین B9 (فولیت)		۱۹ میکروگرم (۵ درصد)	
ویتامین C		۵ میلی گرم (۶ درصد)	
ویتامین E		۲/۹۳ میلی گرم (۲۰ درصد)	

«جدول۵) ترکیبات موجود در یکصد گرم برگ خام تارو (۸):»

انرژی	۴۲ کیلوکالری	کلسیم	۱۰۷ میلی گرم (۱۱ درصد)
کربوهیدراتها	۶/۷ گرم	آهن	۲/۲۵ میلی گرم (۱۷ درصد)
قندها	۳ گرم	منزیم	۴۵ میلی گرم (۱۳ درصد)
فیبر غذایی	۳/۷ گرم	منگنز	۰/۷۱۴ میلی گرم (۳۴ درصد)
چربی	۰/۷۴ گرم	فسفر	۶۰ میلی گرم (۹ درصد)
پروتئین	۵ گرم	پتاسیم	۶۴۸ میلی گرم (۱۴ درصد)
.....	.....	روی	۰/۴۱ میلی گرم (۴ درصد)
ویتامین A معادل		۲۴۱ میکرو گرم (۳۰ درصد)	
بتاکاروتن		۲۸۹۵ میکرو گرم (۲۷ درصد)	
لوتئین		۱۹۳۲ میکرو گرم	
ویتامین B1 (تیامین)		۰/۲۰۹ میلی گرم (۱۸ درصد)	
ویتامین B2 (ریبوفلاوین)		۰/۴۵۶ میلی گرم (۳۸ درصد)	
ویتامین B3 (نیاسین)		۱/۵۱۳ میلی گرم (۱۰ درصد)	
ویتامین B6		۰/۱۴۶ میلی گرم (۱۱ درصد)	
ویتامین B9 (فولیت)		۱۲۶ میکرو گرم (۳۲ درصد)	
ویتامین C		۵۲ میلی گرم (۶۳ درصد)	
ویتامین E		۲/۰۲ میلی گرم (۱۳ درصد)	
ویتامین K		۱۰۸/۶ میکرو گرم (۱۰۳ درصد)	

کاربردهای گیاه تارو :

الف) کاربردهای دارویی :

۱-الف) بومیان کشور فیلیپین از گیاه "تارو" بعنوان دارو استفاده می کنند. آنها برگ ها و کورم های "تارو" را پس از جوشاندن برای تغذیه زنانی که زایمان های دشوار داشته اند، تخصیص می دهند.

۲-الف) بسیاری از قبایل اعتقاد دارند که اگر شبنم سطح برگ های "تارو" را صبحگاهان جمع آوری کنند آنگاه از آن می توانند برای شستشوی چشم ها بهره گیرند.

۳-الف) زنان در دوران قاعدگی بر روی برگ های گیاه "تارو" می نشینند تا از دردهای آن خلاصی یابند.

۴-الف) عصاره دُمبرگ های گیاه "تارو" دارای خاصیت انعقاد خون (styptic) است لذا جهت قطع خونریزی شریانی (arterial hemorrhage) استفاده می شود.

۵-الف) از گیاه "تارو" همچنین بعنوان داروی ضد گوش درد ، محرک خارجی و قرمز کننده (rubefacient) بهره می جویند.

۶-الف) بسیاری از قبایل فیلیپین از گیاه "تارو" بعنوان پادزهر (antidote) نیش زنبورها و سایر حشرات گزنده استفاده می کنند.

۷-الف) از کورم های پخته "تارو" برای تسکین دردهای رماتیسمی بهره می برند.

۸-الف) مخلوط عسل و خاکستر غده های "تارو" برای درمان برفک (apthae) دهان بکار می آید.

۹-الف) در هاوایی از مخلوط عصاره خام "تارو" و شکر بصورت مصرف دهانی (orally) برای کاهش تب استفاده می کنند.
۱۰) مردمان هاوایی برای درمان بیماری هایی نظیر یبوست و مرض سل از گیاه "تارو" کمک می گیرند.
۱۱) در مالزی اقدام به گرم کردن برگ های "تارو" می کنند سپس از آنها برای بستن سر اطفال استفاده می برند (۲).

ب) کاربردهای غذایی :
۱-ب) ساقه های تارو برای تهیّه سالاد
۲-ب) برگ های تارو بعنوان سبزی خوردن ، پیچیدن غذاها
۳-ب) غده های تارو بعنوان منبع نشاسته سهل الهضم
از تاروهای بزرگ (giant taro) با نام علمی "Cyrtosperma sp" بعنوان مواد غذایی ذخیره ای استفاده می گردد. این گیاه را می توان در اراضی کم ارتفاع و مانداب های نسبتاً شور بعمل آورد (۲).

پ) کاربردهای باغبانی :
از گیاه "تارو" برای کاشت در شالیزارهای مرطوب و خشک و همچنین فضاهای سبز استفاده می گردد (۲).

ت) مصارف دامی :
پهنک ها و دُمبرگ های گیاه "تارو" برای مصارف تغذیه ای دام ها کاربرد دارند (۲).

ث) از برگ های تارو برای تهیه سایبان و بعنوان چتر بهره می برند (۲).

سمیّت گیاه تارو :

کورم های "تارو" بصورت خام غیر قابل مصرف هستند زیرا حضور کریستال های "اُگزالات کلسیم" از جمله "رافیدیس" (raphides) موجب بروز خاصیّت سمّی می شوند. خواص سمّی "تارو" بویژه در اثر پُخته شدن به همراه جوش شیرین به حداقل می رسد. میزان سمیّت کورم های "تارو" را می توان از طریق خیساندن آنها به مدت یک شب در آب کاهش داد. "اُگزالات کلسیم" ماده ای به شدت نامحلول است و به تولید سنگ کلیه می انجامد لذا همواره توصیه می گردد که غده های "تارو" را همراه با شیر و سایر غذاهای سرشار از کلسیم مصرف نمایند (۸).
در صورتیکه "تارو" بخوبی آماده نگردد و پخته نشود ، موجب بروز خارش در دهان و گلو خواهد شد.
تمامی قسمت های گیاه "تارو" در صورتیکه بدون پختن مصرف گردند، می توانند موجب شکم درد شوند.
تماس اعضاء بدن با شیره گیاهی "تارو" سبب ناراحتی در پوست های حساس می گردد (۲).

پرورش تارو آبی رنگ :

"تارو آبی" (blue taro) که موسوم به "گوش فیل" (elephant ears) می باشد برای ظهور بهترین رنگ ساقه ها نیازمند تابش شدید تلألو خورشید نیست بطوریکه با رشد کردن در شرایط سایه حائز ساقه هایی به رنگ مخملی و برگ هایی به رنگ سبز متمایل به آبی تیره می شود. این گیاه در شرایط حاصلخیزی خاک و رطوبت مناسب تا ارتفاع ۵ فوت با برگ هایی به طول ۲ فوت می رسد. در مواقع جابجایی گیاه اقدام به حذف برگ ها می نمایند تا کمترین تنش بر پیکره گیاه وارد آید. گیاه را پس از جابجایی در گلدان جدید بهتر است برای چندین روز در مکان سایه و نسبتاً گرم (بیش از ۷۵ درجه فارنهایت) قرار داد. کاشت عمیق تر گیاه موجب خفگی آن می شود. پس از کاشت گیاه تارو از پوشش یافتن تمامی ریشه هایش با خاک مطمئن گردید.
برگ های جدید تارو ممکن است بعد از ۱۰-۷ روز ظاهر شوند ولیکن چنین برگ هایی بسیار ظریف می باشند و در برابر تابش شدید نور خورشید دچار سوختگی خواهند شد لذا بهتر است برای چند روز در وضعیت نیم سایه قرار گیرند سپس در مواجهه با نور خورشید مستقر شوند (۳).
قرار دادن گیاه تارو در دمای کمتر از ۶۵ درجه فارنهایت باعث خسارت دیدگی می گردد. گیاه "تارو" به آب فراوان نیاز دارد ولیکن ضرورتی به کاشت آن در شرایط باتلاقی (bog) و تالابی نیست. تارو برای مناطق کاشت جغرافیایی ۹ و گرمتر مناسب است لذا در مناطق سرد باید گلدان ها را در زمستان ها به محل های سرپوشیده ای نظیر گلخانه ها انتقال داد. مقدار آبیاری زمستانه را کاهش دهید تا گیاه به حالت دورمانت باقی بماند (۳).

کاشت تارو در منطقه یاپ :

امروزه گیاه "cyrtosperma chamissonis" با اسامی عمومی "mal" ، "kaho" ، "dalo" و "talo" از اصلی ترین منابع غذایی در منطقه "یاپ" اقیانوس آرام غربی بشمار می آید درحالیکه گیاه " colocasia esculenta" از عمومیت کمتری در منطقه مزبور برخوردار است. بعلاوه گیاه دیگری بنام "cyrtosperma" موسوم به "Lak" نیز با عنوان "تارو" شناخته می شود که در اراضی مرطوب کشت می گردد. همچنین گیاه دیگری با نام "Xanthosoma sagittifolium" رایج است که در مناطق خشک کشت می شود درحالیکه تارو معمولی با نام علمی "colocasia esculenta" قابلیت کاشت در هر دو مناطق خشک و مرطوب را دارد.

امروزه اغلب زارعین منطقه "یاپ" به کاشت گیاه "تارو" معمولی در اطراف خانه هایشان اقدام می ورزند. آنها گیاه "تارو" را در خندق ها و گودال های پیرامون خانه ها می کارند زیرا اینگونه گیاهان بسادگی تحت مراقبت های دائمی قرار می گیرند و با روناب سقف خانه ها آبیاری می گردند.

باغاتی که در مناطق روستایی "یاپ" احداث می شوند، غالباً از تراشیدن یا سوزاندن درختان جنگلی شکل می گیرند لذا فواصل بین آنها را به کاشت گیاه "تارو" اختصاص می دهند (۱).

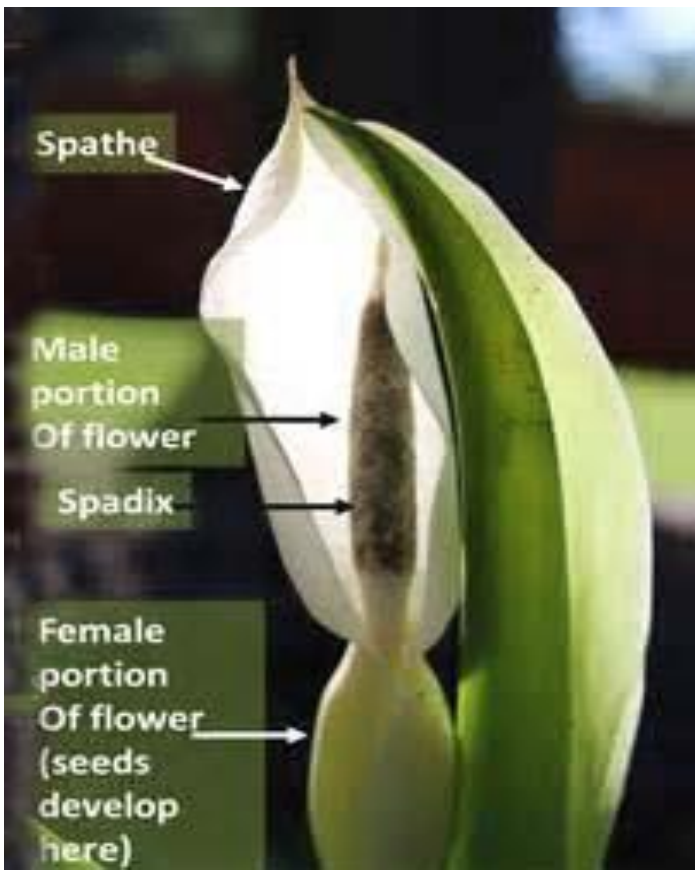
کاشت تارو در کشور پرو :

گیاه "تارو" با نام علمی "colocasia esculenta" را در کشور پرو با نام "پاکالا" (paakala) می شناسند. "پاکالا" از ارقام جدید "تارو" می باشد که از والدین قدیمی آن حاصل آمده است. "پاکالا" گیاهی خوش بنیه با توان گسترش متوسط است. این گیاه بیش از ۵ پاجوش (sucker) از ریزوم هایش تولید می کند که بصورت بسیار نزدیکی به گیاه مادر متصلند. گیاه مادر همان گیاه اصلی است و کورم مادری (mother corm) را تولید می کند. گیاه مادری بنحو بارزی شامل یک عدد کورم و ۳-۲ برگ است که آنرا "هولی" (huli) می نامند. کورم گیاه مادری به تولید ریزوم هایی می پردازد که گیاهان دختری (daughter plants) را بوجود می آورد. اینگونه گیاهان در سطح خاک و مجاورت گیاه مادری ظاهر می گردند (۶).

ماکزیمم ارتفاع گیاه حدوداً ۶-۳ ماه پس از کاشت به ۱/۸۰-۱/۴۰ متر می رسد. گیاه اصلی به تولید ساقه کاذب (pseudo-stem) در سطح خاک می پردازد و در این زمان به ۵۴-۳۳ سانتیمتر نائل می آید. گیاه بهترین رشد را در خاک های رس سیلیکاته با متوسط دمای روزانه ۲۷ درجه سانتیگراد و متوسط بارندگی سالانه ۱۵۰ اینچ و میانگین تشعشع خورشیدی ۴۵۰ لانگلی (Langley) دارد. هر "لانگلی" برابر با یک کالری در سانتیمتر مربع در روز است. گیاه "تارو" پس از ۱۲ ماه از زمان کاشت به مرحله بلوغ و برداشت جهت عرضه به بازار دست می یابد. گیاه "تارو" در سن ۹-۴ ماهگی حائز ۶-۵ برگ می باشد بطوریکه برگ های جدید بصورت ۱۰ روز یکبار تا زمان بلوغ کورم ظاهر می شوند (۶).

کورم "تارو" ۸۲-۷۲ سانتیمتر طول و ۶۰-۵۳ سانتیمتر عرض بترتیب در زمان ۶-۳ ماهگی گیاه می باشد. کورم "تارو" به شکل سپر (peltate) ، ایستاده با نوک به سمت پائین می باشد. برگ های "تارو" در سطح دور از محور (abaxial) به رنگ سبز تیره و در سطح متمایل به محور (adaxial) به رنگ سبز روشن است. شیره دُمبرگ هایش (petiole sap) بدون رنگ می باشد. محل اتصال دُمبرگ به پهنک برگ به رنگ قرمز ارغوانی است. دُمبرگ های تارو حدوداً ۱۳۰-۱۱۷ سانتیمتر طول دارند. برگ های "تارو" دارای ۳ رگبرگ اصلی از محل اتصال به دُمبرگ (piko) هستند و بزرگترین آنها که در وسط (midrib) قرار دارد، از

محل اتصال تا نوک پهنک (lamina) ادامه می یابد. از رگبرگ میانی ۹ جفت رگبرگ ثانویه به صورت شعاعی خارج می شوند. ۲ رگبرگ اصلی کوتاهتر از محل اتصال دُمبرگ به نوک قطعات کوچکتر (lobes) پهنک برگ می روند و دارای ۳ رگبرگ ثانویه می شوند. کورم اصلی گیاه دارای ۲۵-۱۸ سانتیمتر طول و ۱۸-۱۵ سانتیمتر قطر می باشد. کورم مادری به وزن ۳/۴-۲/۳ کیلوگرم است (۶).
گل آذین (inflorescence) گیاه "تارو" معمولاً در اواخر آگوست به طول ۹۰ سانتیمتر همراه با یک میله ساده (spadix) حاوی "اسپات" علفی (herbaceous spathe) به طول ۴۳-۳۱ سانتیمتر ظاهر می گردد. بخش لوله ای زیرین گریبانه به طول ۷-۵ سانتیمتر و نسبتاً گشوده است که بزودی می افتد درحالیکه بخش قلاب مانند به طول ۳۶-۲۷ سانتیمتر می باشد (۶).



واریته "پاکالا" نسبت به بیماری بلایت برگی با عاملیت "phytophthora colocasia" مقاوم است درحالیکه نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه با عاملیت "pythium ssp" متحمل می باشد. واریته مزبور را به اختصار TLB می نامند. سایر خصوصیات این گونه از گیاه "تارو" عبارتند از : رشد قوی ، کورم های اصلی درشت و صورتی رنگ با کیفیت آرد خوب که ارزش خوراکی مطلوبی بویژه در زمان تهیّه غذای "پویی" (poi) ارائه می دهد. "پوئی" نوعی خوراک خمیر مانند و تخمیر شدهٔ خاص بومیان هاوایی است که از کورم های تارو تهیّه می گردد.

رقم "پاکالا" نسبت به بسیاری از بیماری هاي گیاهي مبتلابه مقاوم است و ویژگی های کشاورزی مطلوبی را آشکار می سازد ولیکن چون گل هاي گیاه "تارو" از طریق دگرگشنی (cross-pollination) تلقیح می گردند، لاجرم از ویژگي مقاومت گیاه در برابر چنین بیماري هایي بتدریج کاسته مي شود. براي مقابله با این معضل بناچار باید از روش هاي تکثیر غیر جنسي جهت پرورش "تارو" استفاده نمود :
در تکثیر غیر جنسی گیاه "تارو" از دو شیوه زیر بهره می گیرند :
۱) کشت بافت (tissue culture)
۲) با کمک بخشی از کورم و قسمتی از ساقه موسوم به "هولی" (huli)

رقم "پاکالا" از طریق برنامه های اصلاحی دانشگاه هاوایي بر روي گیاه "تارو" حاصل شده است. این رقم از طریق انتخاب تك بوته اي نتاج (progeny) حاصل از تلاقي ارقام تجارتي Maui lehua × Ngeruch بدست آمده است.
واریته Maui lehua بعنوان والد ماده حائز ویژگي هاي کشاورزي مطلوب و فاقد توانایي تولید دستك (runner) است. این واریته کمتر از ۶ پاجوش (sucker) در هر گیاه تولید مي کند و کورم هاي ارغواني خوش کیفیتي تولید مي نماید.
واریته Ngeruch بعنوان والد نر حائز تکثیر رویشي مطلوبي از طریق استولن هاي طویل نیست.
رقم "پاکالا" را بخوبي مي توان با استفاده از مریستم انتهایي به شیوه کشت بافت تکثیر نمود و بدینطریق به کلون هاي ریشه دار دست یافت. براي کاشت هر بوته "تارو" حاصل از کشت بافت نیازمند گلداني به حجم ۱۰ اینچ مکعب با عمق ۳/۲۵ اینچ مي باشد. براي پُر کردن گلدان ها از خاك sunshine mix4 استفاده مي شود که شامل ۲ پوند آهك گرانوله و ۰/۵ پوند کود ۱۴-۱۴-۱۴ در هر یارد مربع مي باشد (۶).
گیاهچه ها را براي مدت ۴-۳ ماه در گلخانه هایي با دماي ۲۸ درجه سانتیگراد پرورش مي دهند تا اینکه ناحیه طوقه گیاه به قطر ۱ اینچ برسد و گیاه آماده انتقال به زمین اصلی گردد. از رقم "پاکالا" می توان برای کاشت در اراضی مرطوب (wetland) و اراضی مرتفع بهره گرفت. "پاکالا" به تولید ۳-۲ پاجوش مبادرت می ورزد که بنحو معنی داری از تعداد پاجوش های "نگراچ" که به تعداد ۵-۴ عدد است ، کمتر می باشد(۶).

مهمترین موارد مصرف پاکالا عبارتند از :
۱) آرد پاکالا :
آرد حاصل از "پاکالا" دارای رنگ سفید متمایل به کرم و کیفیت مطلوب است. کیفیت آرد "پاکالا" از طریق : اندازه گیری عملکرد ، قوام (consistency) و مقدار اسید أگزالیک آرد حاصل از "تارو" خام تعیین می گردد. خصوصیات مطلوب آرد تارو شامل : عملکرد بالا و قوام مشابه آرد گندم است. آرد تارو زمانی که با مقادیر کافی آب مخلوط می گردد، بصورت خمیر چسبناکی در می آید که دارای طعم شیرین با کمتر از ۰/۰۷ درصد اسید أگزالیک است(۶).
۲) دانه های تاپیوکا :
"تاپیوکا" (tapioca) ماده ای دانه ای و پُر نشاسته است که آنرا همچنین از ریشه گیاه "کاساوا" (cassava) یا "مانیوک" (manioc) نیز تهیّه می کنند و در خوراک پزی کاربرد دارد.
۳) غذای پویی :

غذای "پویی" (poi) را از رقم "پاکالا" که حائز رنگ بژ است، تهیّه می کنند. کیفیت "پویی" با اندازه گیری ویژگی هایی نظیر : چسبناکی ، نرمی ، لزجی ، معطر بودن و میزان شیرینی کورم های آب پز یا بخارپز "تارو" پس از آرد شدن و مخلوط شدن با آب به میزان ۲۰ درصد حجم جامد معیّن می گردد. مهمترین خصوصیات مطلوب "پویی" شامل : بافت نرم ، مزه شیرین ، مشابهت با خمیر نرم سیب زمینی ، چسبندگی مشابه پودینگ "تاپیوکا" و عطر خاص "تارو" می باشند (۶).

پرورش تارو در منطقه هاوایی :

گیاه "تارو" با نام علمی "Colocasia esculenta" و علامت اختصاری COES دارای اسامی مختلفی در منطقه هاوایی بشرح زیر است :

Coco yam , Dasheen , Elephant`s ear , Gabi , Binata , Callaloo , Eddo , Eddy root , Swamp taro , Suni , Woot , Kalo , Jibabwai , Bisupsal . Sawa , Talo , Ioth , Mal (2).

گیاه "تارو" مهمترین ماده غذایی در سراسر جزایر هاوایی است. ریشه های بالغ گیاه "تارو" را بعنوان یک منبع نشاسته می جوشانند. از این گیاه بعنوان یک ماده غذایی اصلی در رژیم غذایی ساکنین هاوایی برای تهیّه غذای "پویی" (poi) استفاده می شود.

برگ های گیاه "تارو" سرشار از عناصر معدنی و ویتامین های A ، B و C می باشند. برگ های بزرگ تارو همانند خردل و شلغم پخته می شوند و در زبان مردمان کارائیب موسوم به "callaloo" می باشند. برگ های جوان "تارو" را می پزند و به عنوان یک سبزی سرشار از عناصر غذایی به مصارف انسانی می رسانند. در چنین مناطقی از کورم های "تارو" بعنوان جایگزین برنج یا سیب زمینی بهره می گیرند. برگ های جوان

"تارو" را می جوشانند و یا پس از پوشاندن با کرم نارگیل (coconut cream) در برگ های موز یا درخت نان (bread fruit) می پیچند و بر سطح سنگ های داغ می پزند.

کورم ها عموماً به روش های پختن و یا آب پز کردن مصرف می گردند. نشاسته محتوی کورم های درشت "تارو" بسیار قابل هضم هستند بنابراین آنها را بعنوان منبعی مطلوب از کربوهیدرات مطرح می سازند درحالیکه از نظر پتاسیم و پروتئین فقیرند. از کورم های "تارو" برای تهیّه چیپس ، محصولات غذایی بدون آب ، نشاسته خوراکی ، آرد و نشاسته صنعتی جهت تولید پلاستیک های قابل تجزیه استفاده می شود. مصرف "تارو" برای افرادی که نسبت به غلات و شیر حساسیت دارند بویژه کودکان مناسب است. قابلیت هضمی نشاسته "تارو" در حدود ۹۸/۸ درصد است لذا از آرد و سایر تولیدات حاصل از "تارو" جهت تهیّه غذاهای آماده مخصوص اطفال بهره می گیرند (۲).

منابع و مآخذ :

1) Falanruw , M.C – 2015 – Taro growing on Yap – Yap Institute of Natural Science , Federated States of Micronesia

2) NRCS – 2014 – Taro ; Colocasia esculenta (L.) Schott – USDA (United States Department of Agriculture ; Natural Resources Conservation Service (NRCS)

3) Onalee – 2014 – Blue Taro , Purple stemmed elephant ear (Xanthosoma violaceum) planting and growing instructions – www.GrowingGuides.com ; www.onaleeseeds.com 4) PRC – 2015 – Root crops in the pacific – Pacific Root Crops ; Module 4

5) Santos , gorge – 2015 – Dryland taro production – University of Hawaii ; Community College

6) USP – 2002 – Taro plant named Pakala – United States Patent ; TRrujillo ; University of Hawaii

7) VGP – 2010 – Taro garden guide – Vegetable Garden Planner

8) Wikipedia – 2015 – Taro – http://en.wikipedia.org

9) http://farsilookup.com

"سِزبانیا ؛ کود سبز شالیزار" :
"Sesbania ; paddy`s green manure"

مقدّمه :

"سِزبانیا" از درختچه های نیمه آبزی خانواده فاباسه یا لگومینوز متعلق به جنس Sesbania می باشد. این گیاه قادر به زندگی همزیستی (symbiotic) با رایزوبیوم های "گرم منفی" است که منتج به تثبیت نیتروژن از طریق ریشه ها و ساقه ها می گردد. از سزبانیا عمدتاً بعنوان کود سبز (green manure) جهت اصلاح حاصلخیزی خاک ها بهره برداری می شود زیرا دارای ویژگی هایی نظیر : رشد سریع ، تولید بیوماس زیاد و توانایی در تبدیل مقادیر فراوانی از نیتروژن اتمسفر بفرم قابل استفاده توسط گیاهان يعني تثبيت بيولوژيك ازت می باشد. مواد آلی و نیتروژن حاصل از تثبیت در سزبانیا به اصلاح خاک کمک می کنند و رشد گیاهان زراعي را بهبود می بخشند. پرورش کود سبز سزبانیا از منابع ارزان و تجدید پذیر ازت در برخی شرایط اقلیمی بویژه در مواقع عدم کفایت ساختارهای زیربنایی و حمل و نقل سایر منابع عناصر غذایی (کودها) به سبب گرانی و عدم دسترسی بموقع بشمار می آید. سزبانیا دارای فواید دیگری نظیر تولید علوفهٔ باکیفیت برای دام ها و چوب بعنوان یک منبع سوخت آلی محسوب می گردد (۱۰،۵).

مشخصات گیاهشناسی سزبانیا :

سزبانیا گیاهی چوبی ، ایستاده ، محکم ، یکساله و یا چندسالۀ کم عمر با ارتفاع ۳-۱ متر است. ساقه ها به ضخامت حدود ۱/۵ سانتیمتر و پوشیده از موهای نرم و ظریف هستند. برگ ها به طول ۲۵-۷ سانتیمتر به شکل پَروَش (paripinnate) با ۲۲-۱۲ جفت برگچه می باشند. خوشه ها (racemes) حاوی ۱۵-۳ گل بر روی محور گل آذین (rachis) قرار دارند. گل ها به رنگ زرد هستند و به نیام های خمیده ای به طول ۲۲-۱۵ سانتیمتر تبدیل می شوند. بذور سزبانیا نسبتاً کوچک ، نیمه استوانه ای به رنگ قهوه ای روشن تا تیره دیده می شوند(۱۰).

«جدول۱) مشخصات گیاهشناسی سزبانیای آفریقایی (۱۰):»

موارد		مشخصات	
سلسله	Kingdom	گیاهان	Plantae
---	---	نهاندانگان	Angiosperms
شاخه	Division	دو لپه ای ها	Eudicots
---	---	---	Rosids
راسته	order	---	Fabales
خانواده	Family	باقلا	Fabaceae
جنس	Genus	سزبانیا	Sesbania
گونه	Species	---	rostrata
اسامی مشابه		Sesbania hirticalyx Sesbania pachycarpa	

اغلب گونه های سزبانیا که در آسیا استفاده می گردند عبارتند از :

الف) گونه "Sesbania cannabina" با نام مشابه "S. acculeata" که نیتروژن گازی را در گره های ریشه ای تثبیت می کند.

ب) گونه "Sesbania rostrata" که نیتروژن گازی را در گره های ریشه ای تثبیت می کند.

پ) گونه "Sesbania cannabina" که نیتروژن گازی را در گره های ریشه ای تثبیت می کند.

ت) گونه "Sesbania rostrata Africana" که نیتروژن گازی را از ۲ طریق گره های ریشه ای و ساقه ای تثبیت می کند و معمولاً در آفریقا یافت می گردد (۵).

تاریخچه کاربرد گیاه سزبانیا :

گیاه سزبانیا بومی مناطق ساحلی قاره آفریقا است و بطور طبیعی در سراسر مناطق گرمسیری از جمله : دشت های ساوانا ، باتلاق ها ، دشت های آبگیر و حواشی تالاب ها می روید. سزبانیا ابتدا در کشور سنگال شناسایی شد و آنرا بعنوان کود سبز در زراعت فاریاب برنج (wet rice) بکار گرفتند. سزبانیا بتدریج مورد توجه خاص مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI) در فیلیپین قرار گرفت و از این طریق به قاره آسیا معرفی شد و بزودی بعنوان کود سبز در سیستم شالیکاری غرقابی در بسیاری از کشورهای منطقه استفاده شد (۱۰).

محدودیت های موجود در مسیر گسترش کاشت سزبانیا عبارتند از :
۱) تولید بذر کم
۲) نیاز شدید به نیروی انسانی در موارد شخم زدن و زیر خاک کردن بیوماس
۳) حساسیت گیاه به تناوب نوری
۴) هجوم آفات مزرعه ای و انباری
۵) رقابت محصولات نقدینه ساز (cash crop)
۶) ذائقه پسند نبودن برای گوساله ها
۷) عدم پذیرش تکنولوژی توسط کشاورزان خُرده پا
۸) کمبود آگاهی و آموزش عملی (۱۰،۵).
ذخاير ژنتيكي سزبانيا در مراكز تحقيقاتي زير نگهداري مي شوند :
۱) مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج (IRRI) واقع در "لاس بانوس" فيليپين
۲) ايستگاه "ORSTOM" در داكار كشور سنگال
۳) ايستگاه "CSIRO" در استراليا
۴) ايستگاه معرفي گياهان نواحي جنوبي در جورجياي ايالات متحده آمريكا (۱۰).
سزبانیا در کشورهای مختلف آسیا دارای اسامی محلی مختلفي بشرح زیر می باشد :
در تایلند : Sano African
در نپال : Girkhe dhaicha
در هند : Jantar , Manila agathi , New dhaincha (۱۰).

کاربردهاي گياه سزبانيا :

۱) از سزبانيا بطور وسيع بعنوان كود سبز جهت اصلاح حاصلخيزي خاك ها بهره مي گيرند. اين گياه مي تواند در حدود ۱۰۰-۸۰ كيلوگرم در هكتار از نيتروژن اتمسفر را ضمن ۵۰ روز تثبيت نمايد كه معادل ۵-۴ تن بيوماس سزبانيا در طي ۴۰ روز با شرايط اقليمي روز كوتاه و ۶۰-۵۰ روز در شرايط اقليمي روز بلند در هكتار مي باشد.
۲) از سزبانيا در سيستم "كشت راهرويي" (alley cropping) استفاده مي گردد تا بعنوان يك محصول تله اي (trap crop) بتواند از خسارت آفت بر گياه سويا و صدمات نماتدهايي نظير : " Hirschmanniella oryzae" و "H. pinicaudata" بر محصول برنج جلوگيري نمايد.
۳) از سزبانيا بعنوان گياه علوفه اي جهت تعليف گوسفندان ، بزها و گاهاً شترها استفاده مي شود امّا براي گوساله ها ذائقه پسند نيست. سزبانيا منبعي قابل دسترس از پروتئين خام يا "CP" (crude protein) براي دام ها است لذا براي دامداري هاي كم وسعت بسيار اهميت دارد.
۴) برگ هاي سزبانيا در برخي كشورها توسط مردم مصرف مي گردند.
۵) ساقه هاي سزبانيا بعنوان يك منبع تأمين سوخت در برخي كشورها نظير ماداگاسكار استفاده مي شوند(۱۰).

شرایط رشد گیاه سزبانیا :

سزبانیا در کشور سنگال با عرض جغرافیایی ۱۵ درجه شمالی در اراضی اشباع از آب و در ضمن فصل بارانی (ژوئن تا سپتامبر) پرورش می یابد. گره های ساقه ای سزبانیا حدوداً یک هفته پس از تلقیح ظاهر می شوند و گیاه در طی ۳-۲ ماه به مرحله گلدهی می رسد. رشد سزبانیا ضمن فصل خشک و سرد (دسامبر تا مارس) بشدت تقلیل می یابد. گلدهی بصورت غیر عادی زودتر وقوع می یابد و گره زایی با دشواری انجام می شود. اینگونه تفاوت های رفتاری سزبانیا بواسطه حساسیت گیاه نسبت به تناوب نوری ، دما و رطوبت نسبی است درحالیکه عامل اخیر نقش بارزی در تلقیح موفقیت آمیز ساقه ها با محیط کشت رایزوبیومی دارد (۳). سزبانیا در خاک های اشباع و اراضی برخوردار از آبیاری سنگین و مداوم رشد می یابد. این گیاه بنحو آشکاری به برخی سطوح شوری خاک متحمل است امّا آستانه تحمل آن تاکنون مشخص نشده است. سزبانیا در اراضی مشروب از باران (rainfed) و خاک های زهکش دار به نماتدها بویژه جنس "Meloidogyne" نسبتاً حساس است (۳).

شیوه پرورش گیاه سزبانیا :

سزبانیا را به دو طریق تکثیر مي کنند :

الف) به شیوه غیر جنسی با استفاده از قلمه های ساقه ای (stem cutting) و راتون ها (rationing)

ب) از طریق جنسی با کاشت بذور تکثیر

گیاهان حاصل از قلمه های ساقه ای و راتون ها به تولید بیوماس بیشتر، تجمیع نیتروژن افزون تر و رشد سریع تری نسبت به گیاهان بذری دست مي یابند.

بذور سزبانیا دارای پوسته ای سخت هستند که مانع جوانه زنی سریع و یکنواخت آنان می گردد. برای شکستن دوره دورمانسی ناشی از پوسته سخت بذور سزبانیا باید آنها را تحت عمل "اسکاریفیکاسیون" یا نیشترزدن (scarification) قرار داد. برای نیشترزدن بذور سزبانیا از شیوه های زیر بهره می جویند :

۱) خراشیدن (abrasion) فیزیکی پوسته بذور

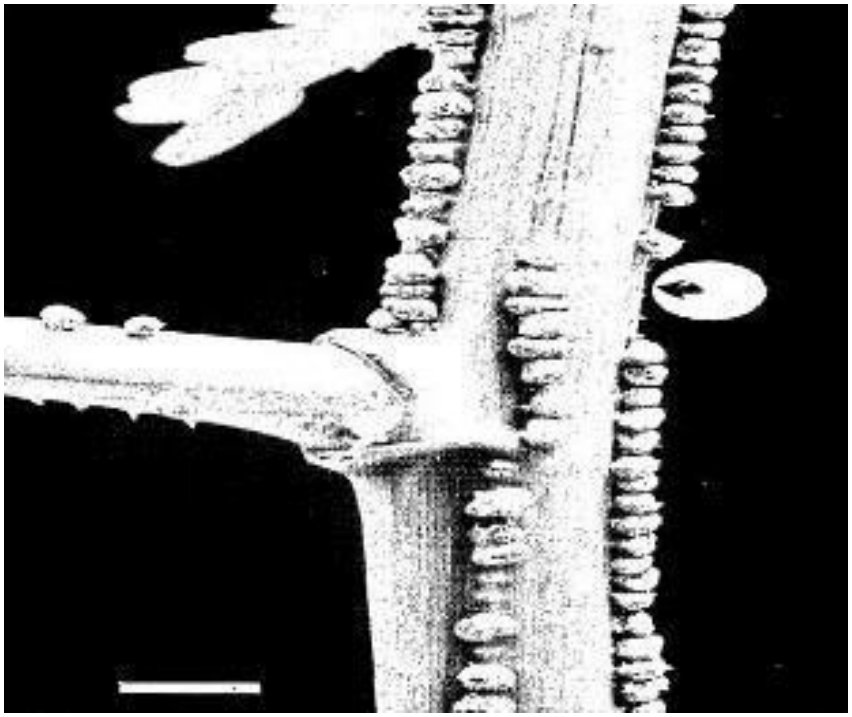
۲) خیساندن بذور در آب گرم

۳) غوطه وری بذور در اسید سولفوریک غلیظ (۱۰).

سزبانيا را مي توان قبل يا بعد از برنج يعني در دوره استراحت زمین (vacant) در شاليزارها كشت نمود. سزبانيا را بايد با آماده سازي زمين از طريق يكبار شخم زدن و ۳-۲ دفعه هِرس (harrow) كشت نمود تا بخوبي سبز شود و استقرار يابد. در مواقعي كه تراكم علف هاي هرز كم است، بذور سزبانيا را مي توان بميزان ۳۰ كيلوگرم در هكتار قبل از آغاز بارندگي ها پاشيد امّا در صورتيكه زمين بخوبي آماده شود و آبياري امكان پذير باشد، مي توان مقدار بذور را تا ۱۶ كيلوگرم در هكتار كاهش داد. وزن هزار دانه سزبانيا در حدود ۱۸-۱۴ گرم است. براي بهبود جوانه زني (بالاتر از ۶۵ درصد) و سبز شدن يكنواخت بذور سزبانيا بايد آنها را در آب ۱۰۰ درجه سانتيگراد براي مدت ۳ ثانيه غوطه ور ساخت گواينكه برخي كشاورزان نسبت به ايجاد شكاف در پوسته بذور موسوم به "اسكاريفيكاسيون" از طريق ضربه زدن گوني حاوي بذور (pounding) اقدام مي نمايند(۵).

سزبانيا حساسيت زيادي به تناوب نوري (photoperiod) دارد و ضمن ۵۵ روز در شرايط روز بلند و طي ۴۵ روز در شرايط روز كوتاه به مرحله گلدهي مي رسد. سزبانيا معمولاً به ۶۰-۵۰ روز جهت رشد كافي نيازمند است. گیاهان حاصل از قلمه ها ۲/۵-۲ برابر سریعتر رشد می کنند لذا حدوداً در ۴۲ روز بالغ می گردند. سزبانیا بطور طبیعی غالباً در مرداب ها (waterlogged) و خاک های آبرفتی می روید. سزبانیا متحمل شرایط عاری از زهکشی و حاصلخیزی متوسط است گواینکه در خاک های رسی سنگین از رشد مناسب بهره مند نمی گردد. سزبانیا متحمل PH ۴/۳ تا قلیایی سبک است ولیکن تثبیت نیتروژن در شرایط اسیدی نزول می یابد. سزبانیا با شرایط شوری کم تا متوسط سازگار است ولی جوانه زنی بذور و رشد گیاه با افزایش غلظت شوری دچار کاهش می گردند (۵).

نیاز آبی ایده آل سزبانیا با ۱۰۰۰-۶۰۰ میلیمتر بارندگی تأمین می گردد. بذور سزبانيا نياز حتمي به وجود آب اشباع ندارند امّا تأمين آب كافي از طريق آبياري در صورت كمبود بارندگي ها ضرورت دارد زيرا تنش خشكي موجب ريزش برگ هاي سزبانيا خواهد شد. اپتیمم دمای مورد پسند سزبانیا بعنوان یک گیاه گرمسیری بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد است. افزودن آهک در خاک های بشدت اسیدی و افزودن فسفر در خاک هایی با حاصلخیزی کم موجب بهبود رشد سزبانیا و افزایش تثبیت نیتروژن می شود. سزبانیا مقادیر زیادی از نیتروژن هوا را در ضمن ۸-۶ هفته در صورت حضور باکتری "Azorhizobium caulinodans" در خاک تثبیت می کند(۵،۱۰).



سزبانیا گیاهی روز کوتاه (short day) است و برای گلدهی خواهان روزهایی با طول ۱۲/۵-۱۲ ساعت می باشد. سزبانیا در شرایطی با طول روزهای کوتاهتر سریعتر به مرحله گلدهی می رسد. استفاده از سزبانیا بعنوان کود سبز محدود به دوره ای از سال می باشد که روزهاي بلند تري دارند زيرا از فرصت کافی برای رشد رویشی و تولید بیوماس بیشتر بهره مند می گردد (۱۰).

سزبانیا در ارتفاعات بیش از ۱۶۰۰-۱۵۰۰ متر نیز می روید. این گیاه توانایی تحمل خاک های اشباع و شرایط سیلابی با عمق بیش از ۱ متر را دارد. سزبانیا قادر به تحمل خاک رسی سنگین ، PH خنثی ، شرایط فاقد زهکشی و الگوی اقلیمی خشک و تر متوالی (bimodal) است (۱۰).

شیوه کاشت سزبانیا در شالیزار :

بذور سزبانیا را بصورت ردیفی در خاک مرطوب می کارند تا جوانه بزنند و سبز گردند سپس زمانیکه بوته ها به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر رسیدند، نسبت به آبگیری مزرعه اقدام می کنند. ساقه های گیاهان رشدیافته را از طریق اسپری کردن با محیط کشت حاوی نژادهای مؤثری از رایزوبیوم ها حدوداً ۳۰-۲۰ روز پس از کاشت آلوده می سازند و بدینگونه عمل تلقیح یا مایه کوبی را انجام می دهند. با ادامه رشد گیاه زمانیکه سزبانیا به ارتفاع ۱/۵ متر (۶-۷ هفته پس از کاشت) رسید، باید به زهکشی شالیزار اقدام نمود. آنگاه گیاه را از ریشه در می آورند و به قطعات ۲۰-۱۰ سانتیمتری تبدیل می کنند و در عمق ۱۵-۱۰ سانتیمتری خاک مدفون می سازند.

بذور یا نشاء برنج را می توان ۲ هفته پس از دفن بقایای سزبانیا در زمین کاشت. بررسی ها نشان می دهند که محصول برنج در چنین کرت هایی بیش از ۵۰ درصد نسبت به اراضی کشاورزی سنتی افزایش می یابند(۲).

تلقیح گیاه سزبانیا :

تلقیح یا مایه کوبی (inoculation) گیاه سزبانیا در مواردی که خاک مأمن رایزوبیوم های بومی با توانایی گره سازی است ، ضرورتي ندارد امّا در اراضی جدید فاقد رایزوبیوم خاص و یا مناطقی که سویه های (سوش) باکتری از توانایی گره سازی کافی برخوردار نیستند، باید نسبت به مایه کوبی بموقع بوته هاي سزبانیا اقدام گردد. معمولاً تلقیح رایزوبیومی سزبانیا با نژاد ORS571 توصیه می گردد زیرا در تثبیت ازت بسیار مؤثرتر عمل می کند (۳).

۱) تلقيح بذور سزبانيا :

۱-۱) تلقيح رايزوبيومي بذور :

بسياري از خاك ها بويژه در مناطق كاشت جديد از حضور نژادهاي رايزوبيوم مناسب بي بهره اند لذا بايد به خريداري رايزوبيوم ها به شكل ماده تلقيحي از شركت هاي خصوصي و يا سازمان هاي غيرانتفاعي پرداخت و بذور مورد نظر را قبل از كاشت تلقيح نمود.

تلقيح رايزوبيومی بذور سزبانيا توسط محيط كشت های (cultures) زير انجام می شود :

۱-۱-۱- محيط كشت مايع (liquid)

۱-۱-۲- جذب در كاريرهايی نظير پيت (absorbed on peat)

۱-۱-۳- محصور در پليمر (embedded in polymer)

تلقيح رايزوبيومی سزبانيا با محيط هاي كشت به روش های زير صورت می پذيرد :

۱#) روش دوغاب (slurry method) از شيوه هاي مؤثر تلقيح بذور سزبانيا با ماده تلقيح رايزوبيومي است.

۲#) مواد تلقيحي را مي توان بطور مستقيم در درون خاك قرار داد وليكن هزينه بيشتري دارد.

راهنماي عملي تلقيح بذور "N2Africa" و دستورالعمل هاي FAO در مورد تلقيح بذور لگوم ها داراي اطلاعات موثقي در اين رابطه هستند (۱۰).

۱-۲) تلقيح دوگانه بذور :

تلقيح دوگانه (dual inoculation) بذور سزبانيا با قارچ ريشه زي "Glomus mosseae" و باكتري همزيست "Azorhizobium caulinodans" باعث افزايش ارتفاع گياه ، جذب و تغليظ نيتروژن و فسفر در ساقه ها و ريشه ها مي شود. قارچ هاي ريشه زي "VAM" (vesicular arbuscular mycorrhizal) باعث افزايش جذب فسفر در گياهان حتي در خاك هايي با فسفر كم مي شوند زيرا با استقرار بر روي ريشه ها بر سطح تماس آنها با خاك مي افزايند. بدين طريق همزيستي بين گياه سزبانيا ، باكتري رايزوبيوم و قارچ ميكوريزا باعث : افزايش گره زايي ، تثبيت نيتروژن و رشد بهينه گياه مي گردد. تثبيت نيتروژن نيازمند حضور باثبات و درحد اپتيمم فسفر براي ريشه ها و گره ها است لذا قابليت دسترسي كم به عنصر فسفر در خاك هاي مناطق گرمسيري به لزوم بكارگيري سزبانيا در چنين مناطقي صحّه مي گذارد (۱۰).

۲) تلقیح ساقه ای سزبانیا :

تلقیح رایزوبیومی بذور سزبانیا می تواند موجب تحریک گره زایی بر سطح ریشه ها گردد و در این حالت فقط بخشی از ساقه ها گره زایی خواهند نمود. تلقیح خودبخودی ساقه هاي سزبانیا معمولاً نامنظم است لذا تلقیح ساقه ای گیاه نظیر تلقیح ریشه ای آن توصیه می گردد. برای بروز رضایت بخش گره زایی بر ساقه هاي سزبانیا باید نسبت به تلقیح رایزوبیومی آنها به طرق زیر اقدام ورزید :

۲-۱- محیط کشت رایزوبیومی مایع را بر روی ساقه های جوان اسپری می کنند. بدین ترتیب زمانیکه بوته های سزبانیا به ارتفاع ۸۰-۵۰ سانتیمتر رسیدند، با محیط کشت مایع حاوی نژاد **ORS571** با غلظت ۱۰۰ میلیون باکتری در هر میلی لیتر با کمک سمپاش های استاندارد بر سطح شاخه و برگ ها اسپری می گردد.

۲-۲- محلول کلوئیدی حاوی رایزوبیوم را که در داخل پلیمر قرار دارد، بر سطح گیاه اسپری می کنند. اینگونه ماده تلقیحی (inoculums) حاوی باکتري هاي رایزوبیوم است که به صورت پودر در آمده و در یک پلیمر قرار گرفته اند. پودر رایزوبیومی را با آب مخلوط نموده و به حالت محلول کلوئیدی در می آورند سپس آنرا با سمپاش بر سطح شاخه و برگ های سزبانیا می پاشند. معمولاً یک نوع آفتکش به محلول کلوئیدی مزبور می افزایند تا آنرا از هجوم حشرات محافظت نماید (۳).

فرآیند گره سازی در گیاه سزبانیا :

الف) گره سازی سطح ساقه ها :

محل های گره زایی همانند نقاط کوچکی هستند که در ۴-۳ ردیف عمودی به موازات ساقه ها گسترش یافته اند. شکل گیری این نقاط بطور طبیعی انجام می شود و به سرایت رایزوبیومی بستگی ندارد. توسعه گره زایی با تورّم نقاط مزبور بر سطح ساقه ها شکل می گیرد بطوریکه ۲-۱ روز بعد در ناحیه وسط نقاط تبدیل به یک برآمدگی به ارتفاع ۰/۸-۰/۲ میلیمتر می شود. این بخش از گیاه تا مرحله سرایت توسط رایزوبیوم خاص به حالت دورمانسی باقی می ماند سپس تبدیل به گره هایی برای تثبیت نیتروژن گازی می شود. گره زایی می تواند در هر زمان از دوره رشد گیاه سزبانیا انجام پذیرد (۳).

گره های ساقه ای در شرایط طبیعی غالباً بصورت خودبخودی در سراسر طول گیاه از جمله شاخه های جانبی ظاهر می گردند ولیکن توزیع چنین گره هایی معمولاً نامنظم است. بنظر می رسد که غبارات نقش معنی داری در گره سازی خودبخودی ساقه ها برعهده دارند زیرا بوته هایی که در مجاورت جاده های خاکی می رویند، نسبت به سایرین دارای گره های بیشتری می باشند. دیگر عاملان محرک گره سازی ساقه ای را حشرات ناقل (victors) و قطرات باران تشکیل می دهند. تعداد و وزن گره های ساقه ای بسیار متفاوتند و از یک گیاه به گیاهان دیگر اختلاف دارند. برخی گره ها بشکل کروی هستند درحالیکه دیگران به اشکال نامنظم دیده می شوند. بخش مرکزی و قرمز رنگ گره ها با کورتکس سبزرنگی احاطه می گردند. قطر گره ها در حدود ۰/۸-۰/۳ سانتیمتر می باشد و یک گیاه بالغ با ارتفاع ۴-۳ متر دارای گره هایی با وزن تازه بیش از ۴۰ گرم است(۳).

ب) گره سازی سطح ریشه ها :
۱-ب- گیاه سزبانیا زمانیکه در خاک های تلقیح نشده پرورش می یابد آنگاه ۳۰-۱۵ روز پس از سبزشدن دارای ۲ نوع گره ریشه ای بشرح زیر می گردد :
۱-۱- ب- گره هایی که در سطح تاج ریشه و یا در پایه ریشه اصلی بصورت یک دسته بزرگ و طویل (۱/۵-۰/۲ سانتیمتر) ظاهر می گردند و دارای ۳-۲ زائده (lobes) و مریستم انتهایی (apical meristem) هستند.
۱-۲- ب- گره هایی که مشابه دانه های تسبیح بر سطح ریشه های جانبی ردیف می گردند. آنها کوچک (قطر ۱-۲ میلیمتر) ، فراوان و کروی (spherical) هستند.
۲-ب- زمانیکه سزبانیا در خاک های تلقیح شده رشد می کند آنگاه گره های درشت از ناحیه تاج ریشه ها سریعاً ناپدید می شوند و فقط گره های سطح ریشه های جانبی باقی می مانند.
این ریشه ها در آب شناور می مانند و گره های فراوانی با کورتکس سبز رنگ تولید می کنند. وزن کل گره های ریشه ای (۲-۴ گرم) در مقایسه با وزن کل گره های ساقه ای (۱۵-۴۰ گرم) نسبتاً کم است (۳).

تثبیت نیتروژن در سزبانیا :

تثبیت نیتروژن توسط گره های ساقه ای سزبانیا دارای ۲ ویژگی برجسته است :

۱) گیاه سزبانیا قادر به تثبیت نیتروژن فراوانتری می باشد. کاهش اتیلن در حدود ۶۰۰ میکرومول C_2H_4 در ساعت برای هر گیاه انجام می گیرد و بسیار بیشتر از گیاه سویا است که در حدود ۱۲۰-۱۴ میکرومول C_2H_4 در ساعت برای هر گیاه می باشد. گیاه سزبانیا می تواند در طی ۵۰ روز به تثبیت ۲۰۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار بپردازد.

۲) این گیاه قادر به تولید گره و تثبیت نیتروژن حتی در مواقعی است که مقدار ترکیبات نیتروژن به فراوانی در خاک وجود دارند. بعلاوه این گیاه قادر به آسیمیلاسیون نیتروژن گازی از دو منبع خاک و اتمسفر است(۲).

بذرگیری و تیمار بذور سزبانیا :

سزبانیا در صورتیکه پس از رشد کافی با شرایط روز کوتاهي کمتر از ۱۲ ساعت مواجه شود، به بذر می نشیند. گل های سزبانیا ضمن ۳۵-۳۰ روز پس از سبز شدن بذور ظاهر می شوند و بذور طی ۳۰ روز بالغ می گردند. برداشت بذور در دوره وقوع بارندگی از کیفیت نازل تری برخوردارند و غالباً در اثر هجوم آفات بذرخوار (pod borers) آسیب می بینند. تولید بذور سزبانیا را می توان با کاشت این گیاه در اراضی حاشیه ای ، تل های بین مزارع (dikes) و مرزهای اصلی شالیزارها (paddy bunds) انجام داد تا از مقدار هزینه ها کاسته گردد (۵).

گیاه سزبانیا در کشور سنگال در شرایط روز کوتاهی به تولید بذور فراوان می پردازد. بذور سزبانیا را بمحض بلوغ برداشت می کنند و تحت تیمار علفکش ها قرار می دهند. بذور سزبانیا نظیر بسیاری از لگوم های گرمسیری زمانی به جوانه زنی سریع و یکنواخت می پردازند که با مواد شیمیایی تیمار شوند و یا توسط مواد ساروج مانند (mortar) تحت عملیات نیشترزدن یا خراشیدن پوسته (scarified) قرار گیرند.

تیمارهای شیمیایی شامل غوطه وری بذور به مدت ۳ دقیقه در اسید سولفوریک غلیظ سپس شستشوی سریع با آب فراوان و تمیز است. بذور را همچنین می توان در داخل استوانه ای با دیوارهٔ زبر و خشن نظیر اندودن با سیمان و ساروج و یا همراه با مقادیری شن ریخت سپس برای مدتی چرخانید تا سطوح بذور دچار خراشیدگی و مخطط (pock-marked) گردند. بذور سزبانیا را با تراکم ۱۰۰ عدد معادل ۲ گرم در مترمربع و بعبارتی ۲۰ کیلوگرم در هکتار می پاشند (۲).

آفات و بیماریهای گیاه سزبانیا :

الف) آفات گیاه سزبانیا :

بوته های جوان سزبانیا توسط شته سیاه خسارت می بینند. سوسك هاي تاول زا (blister beetles) از راسته سخت بالپوشان (كلئوپترا) از برگ ها و نقاط رشد انتهايي تغذيه مي كنند. گل های سزبانيا ممكن است توسط برخي سوسک ها خورده شوند. بذور سزبانيا توسط نوعی مگس (fly) خسارت می بیند. اغلب خسارات وارده بر سزبانیا در طی ماه های تابستان به سبب اینکه شرایط اقلیمی برای رشد گیاه مهیّا است، بشدت کاهش می یابند. نماتدهاي مولد غده ريشه (rootknot) با نام علمي "Meloidogyne ssp" به ريشه هاي سزبانيا هجوم مي برند. تريپس هاي گل لوبيا با نام علمي "Megalurothrips" باعث خساراتي بر گياه سزبانيا مي شوند. ويروس نكروزيس جوانه هاي بادام زميني نيز به سزبانيا آسيب مي رساند. سن سبز سبزيجات با نام علمي "Nezara viridula" از طريق تخريب نيام هاي در حال رشد باعث كاهش عملكرد بذور مي شوند. غلاف خوارها (pod borers) با ضايع ساختن نقاط رشد به بذردهي سزبانيا خسارت وارد مي سازند(۱۰،۲).

ب) بيماريهاي گياه سزبانيا :

بيشترين بيماريهاي مبتلابه سزبانيا از انواع بوته ميري (damping off) است كه در اثر شيوع قارچ هاي پيتيوم (pythium) ، رايزوكتونيا (rhizoctonia) و همچنين بيماري لكه برگي (leafspot) ناشي از قارچ "سيركوسپورا" (cercospora) و موزائيك ويروسي برگ هستند. لكه برگي "سركوسپورايي" را مي توان با قارچكش هايي نظير : "اكسي كلريد مس" ، كاپتان ، مانب ، زاينب و زيرام كنترل نمود (۱۰).

زیر خاک کردن گیاه سزبانیا :

با سپری شدن حدود ۶۰-۴۵ روز پس از کاشت سزبانیا و قبل از چوبي شدن بوته ها باید آنرا به یکي از شیوه هاي زیر در خاك مدفون ساخت :

الف) خُرد کردن بوته هاي سزبانیا جهت تسهیل عملیات شخم

ب) یك روش ساده و کارآمد این است که بوته هاي سزبانیا را لگدکوب نمایند. این عمل با استفاده از الوارهایي که توسط حیوانات کشیده مي شوند، امکانپذیر مي گردد سپس شخم زدن مزرعه را به موازات مسیر خوابیدن بوته ها انجام می دهند.

امروزه از تیلرهای آبي یا "هیدروتیلرها" (hydrotillers) براي شخم اراضي باتلاقي عمیق بهره مي برند و توده بیوماس سزبانیا را بنحو مؤثري در خاك دفن مي کنند. در صورت استفاده از تیلرهای مجهز به چرخ هاي "چهل پره" یا "چلپَر" (cagewheel) حاوي دندانه هاي کوتاه مثلثي و سرعت زیادتر مي توان بیوماس سزبانیا را قبل از دفن در خاك شالیزار به قطعات کوچکي تبدیل نمود. هرگاه از "هیدروتیلرها" استفاده مي کنید، باید مزرعه را حداقل ۲۴ ساعت قبل از زیرورو کردن خاک غرقاب نمائید تا بخوبي بخیسد. براي مزارع وسیع بهتر است از تراکتورهاي چهار چرخ مجهز به "روتوتیلر" (rototiller) با کارآیي بیشتر بهره گیرید(۵).

سیستم تقویت گیاه برنج چیست ؟

امروزه افزایش تولید برنج با شیوه های کشاورزی سنتی بسیار دشوار است زیرا اینگونه روش ها نیازمند نیروی انسانی فراوان و کمپوست زیاد می باشند بعلاوه کشاورزی به طریقه مدرن نیز خواهان نهاده های گران قیمت خارجی است. با شیوه های مرسوم فقط با کمک کودهای شیمیایی، آفتکش ها و بذور هیبرید پُربها می توان به افزایش تولیدات کشاورزی نائل آمد درحالیکه فراهم نمودن این موارد برای کشاورزی معمولی بسیار دشوار است. ضمناً بکارگیری مواد شیمیایی برای محیط زیست بسیار مضر می باشد. بنابراین ظهور شیوه های جدید پرورش برنج از طریق کاربرد بذور محلی و کمپوست های آلی در راستای افزایش تولید برنج امکان پذیر می نماید. چنین سیستمی را اصطلاحاً "SRI" یا سیستم تقویت گیاه برنج (System of Rice Intensification) می نامند. در این شیوه ابتدا شالیزارها را با کمپوست ها و کودهای سبز از جمله گیاه "سزبانیا" تقویت می نمایند سپس اقدام به نشاء بوته های برنج با عمر ۱۰-۸ روز که در مرحله ۲ برگی قرار دارند، با تراکم ۵۰×۲۰ سانتیمتر بصورت تک بوته می نمایند. علف های هرز در ضمن دوره رشد برنج با وجین کن های دستی کنترل می گردند و آب مورد نیاز از طریق آبیاری منظم تأمین می شود.

مقدار بذر مصرفی و نهاده های خارجی در سیستم "SRI" بشدت کاهش می یابند درحالیکه بر میزان تولید شلتوک در هکتار افزوده می شود. مقدار بذر مصرفی از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در شیوه های سنتی به ۷ کیلوگرم در هکتار کاهش می یابد. تحقیقات نشان داده اند که با استفاده از آبیاری متناوب در شالیزارها بر میزان ریشه های برنج تا ۷۵ درصد افزوده می گردد لذا گیاه قادر به بهره گیری از عناصر غذایی در محدوده وسیع تری از ناحیه ریشه ها است. گزارشات حاکی از کسب راندمان تولید بمیزان ۴-۳ برابر شیوه سنتی می باشند(۹).

«جدول۲) مقایسه تولید برنج در شیوه سنتی و SRI (۹):»

ردیف	موارد	شیوه سنتی	شیوه SRI
۱	تعداد بوته در کپه	۴	۱
۲	تعداد پنجه در هر بوته	۸/۳	۵۵
۳	تعداد بذر از هر پنجه	۱۱۴	۱۸۹
۴	تعداد بذر از هر بوته	۸۲۴	۵۸۵۸
۵	عملکرد (تن/هکتار)	۲	۷/۳

تنوّع سیستم های کاشت مبتنی بر برنج :

اصلاح حاصلخیزی خاک و پایداری تولید :

بررسی سیستم های زراعی مبتنی بر برنج در مؤسسه تحقیقات برنج "شیخ اوپورا" پاکستان طی سال های ۲۰۰۷-۸ میلادی انجام پذیرفت. این تحقیق در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت و ضمن آن ۷ الگوی زراعی مشروحه زیر با الگوی سنتی کاشت برنج- گندم مقایسه شدند :

۱) الگوی برنج – شبدر برسیم (berseem)

۲) الگوی برنج – عدس (lentil)

۳) الگوی برنج – کلزا (canola)

۴) الگوی برنج – گندم - لوبیای مانگ (mungbean)

۵) الگوی برنج – گندم - لوبیای چشم بلبلی (cowpea)

۶) الگوی برنج - آفتابگردان (sunflower)

۷) الگوی برنج- گندم - سِزبانیا (sesbania)

سه محصول : سِزبانیا با نام محلی "dhancha" ، لوبیای مانگ و لوبیا چشم بلبلی در هفته چهارم آوریل یعنی یک هفته پس از برداشت موفقیت آمیز گندم کشت گردیدند سپس شاخه و برگ های آنها قبل از عملیات دوغاب کردن شالیزار یا "پادلینگ" (puddling) برای نشاء برنج در خاک دفن شدند.

عدس ، شبدر برسیم و کلزا در هفته سوّم نوامبر پس از برداشت محصول برنج (رقم سوپر باسماتی) کاشته شدند درحالیکه آفتابگردان در هفته سوّم فوریه کشت گردید. سیستم های کاشت مزبور بر اساس : میزان تولید ، تأثیر بر مقدار کربن آلی خاک و قابلیت دستیابی NPK ارزیابی شدند. نتایج آشکار ساختند که کود سبز و الگوی زراعت لگوم ها موجب افزایش عملکرد شلتوک در مقایسه با الگوی سنتی زراعی گندم - برنج می شوند. ماکزیمم عملکرد برنج (۳/۷۳ تن در هکتار) در الگوی کاشت برنج- گندم- سزبانیا حاصل گردید. در این سیستم به کاشت سزبانیا و سپس مدفون ساختن آن در خاک بعنوان کود سبز بلافاصله قبل از نشاء برنج اقدام شد. افزایش عملکرد در این آزمایش در اثر کاشت لوبیای مانگ و شبدر برسیم در مراتب بعدی قرار

گرفتند. میزان کربن آلی از ۰/۶۷ درصد به ۰/۷۲ درصد افزایش یافت درحالیکه میزان PH از ۸/۲ به ۷/۸ کاهش داشت. میزان مواد آلی خاک و قابلیت دستیابی عناصر غذایی اصلی خاک (NPK) در اثر کاشت لگوم های کود سبز افزایش یافتند (۱).

تأثیر کاشت بینابین بر تولید برنج :

کاشت بینابین (intercropping) غالباً در قیاس با کاشت یگانه و منحصر (sole cropping) به افزایش عملکرد کل منتهی می گردد که به دلایل زیر است :

الف) استفاده بهتر از منابع تولید

ب) کنترل بهتر علف های هرز، آفات و بیماریها

پ) حفظ حاصلخیزی خاک

ت) استفاده مؤثر از عناصر غذایی

گواینکه کارآیی آب در کاشت بینابین ۱۸/۹ درصد بیشتر از کاشت یگانه است امّا بکارگیری شیوه های سنتی کاشت برنج در اراضی پست آسیای جنوب و جنوب شرقی امکان بهره مندی از سیستم های کاشت بینابین را نمی دهد ولیکن استفاده از آن در اراضی برنج آپلند بصورت نوارهای چند ردیفی (multi-row strips) توسعه یافته است و کشاورزان برای این منظور از گیاهان لگوم و غیر لگوم علوفه ای در همراهی (companion) با برنج بهره می گیرند. کارآيي اقتصادي برخي از سيستم هاي كاشت بينابين مبتني بر برنج شامل : ذرت ، لوبیاي مانگ (mungbean) ، نخود فرنگي (pigeonpea) ، سزبانيا ، لوبيا چشم بلبلي (cowpea) و لوبيا سفيد (rice bean) موجب كاهش عملكرد برنج به ترتيب برابر با ۱/۲۰ ، ۰/۷۲ ، ۰/۷۶ ، ۱/۱۱ ، ۰/۷۴ و ۰/۶۳ تن در هکتار در مقایسه با زراعت منحصر به برنج گرديد. سزبانیا و ذرت بیشترین کاهش را در کاشت بینابین نصیب برنج نمودند درحالیکه ذرت (۴۱/۷۷) ، سزبانیا (۲۸/۶۰) ، لوبیاي مانگ (۲۱/۴۰) ، لوبیاي سفید (۲۴/۹۰) و لوبيا چشم بلبلي (۲۱/۶۰) تن در هکتار علوفه را علاوه بر محصول برنج تولید نمودند (۴).

از سزبانیا در سیستم زراعت بینابین در همراهی با گراس هایی نظیر : برنج و ذرت و لگوم هایی چون : لوبیای سفید و ماشک بندبند (joint vetch) با نام علمی "Aeshynomene afraspera" بهره می برند. سزبانیا در همراهی با برنج باید ۳۰ روز پس از نشاء برنج کاشته شود تا از شدت رقابت بین آنها کاسته شود(۱۰).

پايداري سيستم برنج- گندم از طريق مديريت لگوم ها :

تأثير لگوم هاي كود سبز بر عملكرد برنج و كيفيت خاك :

سيستم زراعي برنج- گندم موجب تخليه شديد مواد غذايي مورد نياز گياهان از خاك مي شود بطوريكه ۶۵۰ كيلوگرم ازت ، فسفر و پتاسيم و ۱-۰/۵ كيلوگرم روي ، ۳-۲ كيلوگرم آهن و ۳/۵-۳ كيلوگرم منگنز در هكتار برداشت مي گردند. در سيستم هاي زراعي مبتني بر غلات- غلات معمولاً با بالانس منفي ازت در خاك حتي در مواقع بهره گيري از كودهاي توصيه اي مواجه مي گرديم درحاليكه دخالت دادن يك نوع لگوم در چنين تناوبي به حفظ وضعيت ازت در خاك كمك مي نمايد. اين موضوع همچنين باعث اصلاح كربن آلي و معدني شدن مقادير متنابهی ازت در خاك مي گردد. در اين سيستم كوشش مي شود تا با كاشت لگوم هاي كود سبز در فاصله زماني برداشت گندم (triticum aestivum) تا كاشت برنج (oryza sativa) به بهبود سيستم توليدات زراعي كمك گردد (۸).

تأثير ۶ نوع لگوم بعنوان كود سبز بشرح زير :

۱) لوبياي مانگ (Mungbean) با نام علمي "Vigna radiata"

۲) لوبياي چشم بلبلي (Cowpea) با نام علمي "Vigna unguiculata"

۳) سويا (Soybean) با نام علمي "Glycine max"

۴) سزبانيا (Sesbania) با نام علمي "Sesbania rostrata"

۵) نخود سبز (Pigeonpea) با نام علمي "Cajanus cajan"

۶) گوآر (Guar) با نام علمي "Cyamopsis tetragonoloba"

بر ميزان عملكرد برنج و مواد آلي خاك در سيستم كاشت برنج- گندم در مركز تحقيقات كشاورزي پيشاور پاكستان بررسي شد. عملكرد شلتوك و كاه برنج بنحو معني داري با بكارگيري تمامي انواع لگوم هاي كود سبز در طي ۳ سال پژوهش (۲۰۰۱-۳ ميلادي) افزايش يافتند وليكن بيشترين ميزان عملكرد شلتوك و كاه برنج متعاقب كاشت لوبيا چشم بلبلي و سزبانيا بعنوان كود سبز حاصل گشتند. ميزان جذب ازت توسط برنج بنحو معني داري با كاشت لگوم هاي كود سبز فزوني يافت بطوريكه بيشترين مقدار جذب ازت در كرت هاي سزبانيا حاصل آمد. اثرات مثبت معني دار لگوم هاي كود سبز بر مواد آلي خاك ، ازت كل و عناصر معدني مورد نياز سيستم برنج- گندم مشاهده شد. نتايج نشان دادند كه كاشت لگوم هايي نظير لوبيا چشم بلبلي و سزبانيا در فاصله برداشت گندم تا كاشت برنج مي تواند بر پايداري توليد محصولات مذكور بيفزايند (۸).

گزارشات تحقيقاتي حاكي است كه كود سبز حاصل از سزبانيا كه از جمله لگوم هاي داراي گره هاي ساقه اي تثبيت كننده ازت است، مي تواند موجب بهبود معني دار عملكرد محصولات متعاقب برنج با صرفه جويي حدود ۵۰-۶۰ درصد در مصرف ازت مورد نياز گردد. بهره گيري مداوم سزبانيا به مدت ۳ سال به بقاياي كافي منتهي گرديد بطوريكه تأثيرات مطلوبي بر محصول دوّم (گندم) و خصوصيات فيزيكو-شيميايي خاك گذاشت. بررسي ها نشان دادند كه كاربرد تلفيقي گياهان گوآر و سزبانيا در سيستم برنج- گندم موجب افزايش معني دار عملكرد هر دو محصول گرديد (۸).

در اين سيستم ، يك دوره آيش ۷۰-۴۰ روزه بين برداشت گندم و كاشت متعاقب برنج وجود دارد بطوريكه گندم را در هفته اوّل ماه مه برداشت مي كنند و برنج را در هفته هاي ۳-۲ جولاي مي كارند. از اين فاصلهٔ حدوداً دو ماهه مي توان براي كاشت لگوم هاي دانه اي يا علوفه اي مناسب بهره گرفت. اين وضعيت علاوه بر اينكه به توليد يك محصول از گروه حبوبات مي انجامد بلكه با بهبود ميزان ازت خاك به افزايش راندمان شلتوك و كاه برنج نيز كمك مي نمايد. كاشت لوبياي مانگ و سزبانيا در فاصله زماني بين دو محصول گندم و برنج در پاكستان حاكي از تأثيرات مثبت آنها بوده است. بيشترين مقدار افزايش عملكرد شلتوك و كاه برنج بترتيب به ميزان ۲۳ و ۲۲ درصد در اثر كود سبز لوبيا چشم بلبلي و سزبانيا و كمترين مقدار افزايش شلتوک و كاه برنج بترتيب به ميزان ۱۲/۵ و ۱۲ درصد در اثر كاشت لوبياي مانگ حاصل گشت كه در سطح احتمال ۵% معني دار بودند. كاشت لگوم هاي كود سبز همچنين باعث شد كه بر مقدار مواد آلي خاك يا "SOM" (soil organic matter) در مقايسه با حالت نكاشت افزوده گردد (۸).

اصلاح خاک با تکنولوژی های حامی محیط زیست:

الف) نقش سزبانیا و کودهای دامی :

مشکلات محیطی ناشی از نزول حاصلخیزی خاک در کشورهای در حال توسعه ضمن دهه های اخیر فزونی یافته اند. اصلاح اراضی دشوار از طریق مواد شیمیایی و دستاوردهای مهندسی به هر نحو امکان پذیر امّا پُرهزینه است درحالیکه با عملیات دوستدار محیط زیست از جمله کاشت گیاهان مناسب در خاک می توان موجب کاهش معضلاتی نظیر شوری در راستای تولید محصولات زراعی گردید.

در یک آزمایش به بررسی تأثیرات کاشت سزبانیا و کودهای دامی یا "FYM" (farmyard manure) بر محصول برنج تحت شرایط خاک های شور- قلیا در پاکستان پرداخته شد. نتایج حاصله آشکار ساختند که

عملکرد شلتوک و کاه برنج با کاشت سزبانیا و بکارگیری FYM بنحو معنی داری بهبود می یابند. کاشت سزبانیا بعنوان کود سبز توانست بر میزان شلتوک و کاه برنج بترتیب بمیزان ۱۵/۴ و ۱۴/۵ درصد بیفزاید. تولید پنجه ها (tillers) با بکارگیری FYM افزایش یافتند امّا تفاوتی مابین کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتارشان مشاهده نگردید. افزایش شلتوک با بکارگیری مقادیر ۵ ، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار از FYM بترتیب به میزان ۶/۸ ، ۲۴/۴ و ۳۷/۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داشت. سودمندی عناصر ازت و فسفر برای گیاه برنج بنحو معنی داری با کاربرد کود سبز بهبود پذیرفت. جذب ازت توسط گیاه برنج (دانه و کاه) بمیزان ۱۷/۸ درصد ولی جذب فسفر بمیزان ۲۱/۹ درصد با استفاده از کود سبز فزونی یافت (۷).

ب) نقش سزبانیا و گچ افزایی :

بدبختانه در حدود ۳ درصد کل اراضی کره زمین معادل ۲۳۰ میلیون هکتار در زمره اراضی شور (saline) ، شور- قلیا (saline-sodic) و قلیایی (alkali یا sodic) قرار دارند که بیشترین معضلات را برای تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا فراهم ساخته اند. اراضی شور را غالباً با آبیاری فراوان توسط آب شیرین احیاء (reclaim) می کنند بطوریکه نمک های موجود در آب محلول می گردند و سپس از طریق زهکشی از خاک آبشویی می شوند امّا احیاء اراضی شور- قلیا و قلیایی نیازمند حذف +Na با جایگزینی توسط تبادلات کاتیونی می باشند و برای این منظور از یون ++Ca یعنی منابع گچ یا ژیپس (gypsum) با فرمول شیمیایی Caso4 برای جایگزینی یون سدیم بهره می گیرند (۶).

اثرات سزبانیا بعنوان کود سبز و کاربرد گچ در مقادیر ۰ ، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار مورد نیاز برای اصلاح اراضی شالیزاری در خاک های قلیایی یا "سدیک" (sodic) در ایستگاه پژوهش های کشاورزی مناطق شور پاکستان بررسی گردید. گچ قبل از کاشت سزبانیا مصرف گردید. سزبانیا برای مدت ۶۵ روز

پرورش یافت سپس بعنوان کود سبز به زمین برگردانیده شد. از رقم باسماتی ۳۸۵ در این تحقیق استفاده گردید. نتایج بررسی نشان داد که کاشت سزبانیا بعنوان کود سبز موجب افزایش معنی دار تعداد پنجه های گیاه برنج می شود. عملکرد شلتوک (paddy) و کاه برنج بترتیب بمیزان ۱۳/۱ و ۱۴/۲ درصد فزونی یافتند امّا این تفاوت ها از جنبه آماری معنی دار نشدند. تولید پنجه ها و عملکرد شلتوک و کاه برنج بنحو معنی داری با کاربرد گچ افزایش یافتند. کود سبز سزبانیا موجب افزایش سودمندی ازت از طریق دانه و کاه برنج گردید امّا تأثیری بر جذب فسفر نگذاشت(۶).

مطالعات نشان دادند که کود سبز سزبانیا بنحو معنی داری موجب رفع معضلات خاک در پنجاب پاکستان از طریق اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گردید که نهایتاً منجر به بهبود مقدار ازت و فسفر در محصول برنج شد.
سزبانیا و برنج به تعادل در فراهمی و شستشوی عناصر غذایی خاک کمک نمودند و از طریق کاهش PH بعنوان بافر در شرایط شوری و قلیایی عمل کردند. ترکیب بکارگیری سزبانیا و گچ در مقادیر ۱۰۰-۷۵ درصد مورد نیاز برای اصلاح اراضی شور و قلیایی توانست به افزایش ۷۵ درصدی شلتوک و ۶۶ درصدی کاه برنج بینجامد و به اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه پایداری تولید برنج کمک نماید (۶).

تجربیات کاربرد کود سبز سزبانیا در شالیزار :

نیتروژن بعنوان یکي از دو عامل اصلي تولیدات گیاهي پس از آب قرار دارد. نیازهاي گیاهان به نیتروژن آنچنان است که براي تولید یکصد کیلوگرم دانه برنج به ۲-۱/۸ کیلوگرم ازت خالص بدون لحاظ نوع خاك و تاریخ کاشت نیاز مي باشد لذا براي برداشت ۴ تن برنج در هکتار به ۸۰ کیلوگرم نیتروژن نیاز است.
نیتروژني که توسط گیاه برنج جذب مي گردد از ۳ منبع زیر تأمین مي گردد :
۱) نیتروژن ذخیره اي خاك (نیتروژن آلي و غیر آلي)
۲) کودهاي مصرفي توسط کشاورز
۳) نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیك (۲).

به دلیل اینکه نیتروژن ذخیره اي خاك بسیار محدود است لذا کاربرد کودهاي حاوي نیتروژن ضرورت مي یابند ولیکن براي تولید هر کیلوگرم آمونیوم بدون آب (anhydrous ammonia) به ۱۶۰۰ لیتر گاز طبیعي نیاز مي باشد. یکي از راه حل هایي که براي قرن ها مورد استفاده بشر قرار مي گیرد، اینکه شاخه و برگ هاي گیاهان تثبیت کننده ازت را پس از رشد کافي بعنوان کود سبز در خاك مدفون سازد تا بقایاي گیاهی پس از پوسیدن جایگزین کودهاي نیتروژنه شوند.

لگوم هایي که براي این منظور بویژه در شرق دور رایج هستند عبارتند از :
۱) گون یکساله (Astragalus sinicus)
۲) سزبانیاي آسیایي (Sesbania aculeatea)
۳) کروتالاریا (Crotalaria juncea)
۴) ماشك گل خوشه اي (Vicia crucca)

۵) یونجه یکساله (Medicago hispida)
۶) و غیر لگوم "کوریاریا" (Coriaria sinica) (۲).

گیاهاني نظیر "Astagalus sinicus" را در طي زمستان مي کارند و آنرا ۲۰ روز قبل از کاشت برنج در خاك مدفون مي سازند. در چنین مواقعي با افزودن ۳۰-۲۰ تن وزن تازه در هکتار باعث اضافه شدن حدود ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار به خاك شالیزارها مي گردند.
در سال هاي اخیر در کشورهایي نظیر سنگال از "Sesbania rostrata" بعنوان کود سبز در شالیزارها بهره مي گیرند زیرا این گیاه از لگوم هاي زیر راسته پروانه آساها (papilionoida) مي باشد و تولید غده هاي حاصل از همزیستي با باکتري رایزوبیوم بر روي ساقه ها و ریشه هایش مي نماید و بدین وسیله ازت اتمسفر را تثبیت مي کند. گیاه "S.rostrata" خواهان فتوپریود بلند (۱۴-۱۳ ساعته) برای دستیابی رشد کافی است لذا در شرایط روز کوتاهي به رشد کمتري دست مي یابد و سریعتر به گلدهي مي پردازد. بنابراین در شرایط فعلي از کاربرد لازم برای مناطق استوایي برخوردار نیست و این موضوع نیازمند دستیابي به ارقام بي تفاوت به فتوپریود از طریق تکنولوژي اصلاح نباتات است (۲).

گره زایي (nodule genesis) در گیاه سزبانیا شامل ۳ مرحله اصلي زیر است :
۱) توسعه کیسه های هوایی بین سلولی (pockets) در اثر سرایت باکتری و تمایز نواحی مریستمی :
در این مرحله ابتدا رایزوبیوم ها به سطح نخستین سلول های بن ریشه می چسبند سپس به تعداد فراوان از طریق شکاف های موجود به داخل کیسه های هوایی بین سلولی نفوذ می یابند و فضاهای بین سلولی ناشی از سرایت را پُر می کنند. سلول های کورتکس ریشه در این زمان تحت مکانیزمی ناشناخته تمایز می یابند و همزمان سلول های مریستمی نیز به باکتری ها آلوده می شوند.
۲) توسعه رشته های سرایت رایزوبیومی :
رشته های سرایت (infection threads) از کیسه های بین سلولی منشأ می گیرند سپس به چندین شاخه تقسیم گردیده و به درون سلول های مریستمی نفوذ می یابند.

۳) سرایت بین سلولی :
رایزوبیوم ها از رشته های سرایت آزاد می گردند و ضمن ۶-۵ روز پس از سرایت به درون سلول های سیتوپلاسم نفوذ می کنند. زمانیکه باکتری ها در داخل غشاء باکتریایی محصور شدند آنگاه به تثبیت همزیستی نیتروژن می پردازند. این مرحله را "مرحله باکتریوئیدی" (bacteroid stage) می گویند. گره ها یا غده ها (nodules) در این مرحله بر سطح ساقه ها و ریشه ها ظاهر می شوند و بواسطه برخورداری از ماده قرمز رنگ "لگ هموگلوبین" (leghaemoglobin) از توانایی تثبیت ازت برخوردارند (۲).
شیوه سرایت ساقه های "S.rostrata" در میان لگوم ها منحصر بفرد است زیرا از دو طریق زیر انجام می پذیرد :
الف) سرایت رایزوبیومی از طریق آلوده سازی بین سلولی (intercellular invasive) که نظیر بادام زمینی انجام می پذیرد.

ب) آلودگی از طریق رشته های سرایت (infection thread) که همانند لگوم های مناطق معتدله انجام می شود.
سرایت باکتریایی در "S.rostrata" بر خلاف بسیاری از لگوم ها از طریق ریشه های موئین (root hairs) انجام نمی گیرد (۲).

منابع و مآخذ :

1) Ali , R.I & et al – 2012 – Diversification of rice based cropping systems to improve soil fertility, sustainable productivity and economics – The Journal of Animal & Plant Science , 22(1) : 108-112

2) Dreyfus , B & et al – 1985 – Observations on the use of Sesbania rostrata as green manure in paddy fields – MIRCEN Journal , 1 : 111-121

3) Dreyfus , B & et al – 1983 – Use of Sesbania rostrata as green manure in paddy fields – Laboratoire De Microbiologie Des Sols ORSTOM , Dakar , Senegal

4) Farrukh Saleem , m & et al – 2000 – Bio_economics of different upland rice_based intercropping systems under strip plantation – International Journal of Agriculture & Biology , 1560 (4) : 290-296

5) IRRI – 2004 – Sesbania – International Rice Research Institute (IRRI) ; Rice Science for a Better World ; http://www.knowledgebank.irri.org/troprice

6) Mirza , M.B & et al – 2006 – Rehabilitation of problem soils through environmental friendly technologies , II : Role of Sesbania (S . aculeate) and gypsum – Agricultura Tropica Et Subtropica , Vol. 39 (1) : 26-33

7) Mirza , M.B & et al – 2005 – Rehabilitation of soils through environmental friendly technologies , I : Role of Sesbania and farm yard manure – Agricultura Tropica Et Subtropica , Vol. 38 (1) : 12-17

8) Shah , zahir & et al – 2011 – Sustaining rice_wheat system through management of legumes , I: Effect of green manure legumes on rice yield and soil quality – Pak. J. Bot. , 43 (3) : 1569-1574

9) S.R.I – 2006 – What is S.R.I ? – System of Rice Intensification ; http://groups.yahoo.com/group/sri-nepal

10) Wikipedia – 2015 – Sesbania rostrata – http://en.wikipedia.org

11) http://farsilookup.com

" برنج چسبناك " ؛
" Sticky or glutinous rice "

مقدّمه :

برنج خوراكي در واقع بذر گياه تك لپه اي برنج آسيايي (Oryza sativa) و يا برنج آفريقايي (Oryza glaberrima) است و بعنوان يکي از دانه هاي غلات (پوآسه) محسوب مي شود که وسيعاً بسان يک ماده غذايي اصلي در سراسر جهان مصرف مي گردد. مهمترين برنج هايي که در آسيا مقبوليت بيشتري دارند شامل : باسماتي ، جاسمين و چسبناك مي باشند. برنج چسبناك با نام علمي " Oryza sativa var glutinosa" و اسامي مصطلحي نظير : (rice "sticky" ، "glutinous" ، "sweet" ، "botan" ، "mocha" ، "pearl" ، "biroin chal" و "waxy") در حقيقت نوعي برنج است که در مناطق شرق و جنوب شرقي آسيا پرورش مي يابد و خواستاران بسياري در آن حوالی دارد (۷،۲،۳).

مشخصات عمومي برنج :

برنج در سراسر دنيا كشت مي گردد و اصلي ترين ماده غذايي مردم را در آسيا ، آمريكاي لاتين و خاور ميانه تشكيل مي دهد. دانشمندان معتقدند كه امروزه در حدود ۱۴۰-۴۰ هزار واريته برنج در جهان وجود دارند لذا هيچكس بطور دقيق نمي داند كه چه تعداد واريته برنج بومي پيش از اين و يا هم اكنون موجودند. بعنوان مثال برخي محققين مدعي هستند كه هندوستان به تنهايي در حدود ۳۰۰ هزار واريته برنج را از دست داده و ۱۰۰ هزار واريته نيز اينک باقي مانده اند. اغلب واريته هاي موجود جزو برنج معمولي يعني "أريزا ساتيوا" و داراي مبدأ آسيايي هستند كه از ۱۱ هزار سال پيش زراعت مي گرديده اند. برنج هاي زراعي آسيايي در دو مرحله مجزا اهلي گرديدند لذا به دو دسته زير تقسيم شده اند :

۱) ارقام ژاپوني (Japonica) كه از چين منشأ دارند.
۲) ارقام هندي (Indica) كه از جنوب شرقي آسيا منشأ گرفته اند.

از ديگر گونه هاي برنج زراعی كه عموميّت كمتري دارند شامل برنج آفريقايي (أريزا گلابريما) مي باشد كه بطور جداگانه از ۳-۲ هزار سال پيش در قاره آفريقا اهلي گرديده است (۲،۳).

دانه (grain) برنج كه غالباً آنرا بذر (seed) برنج مي نامند شامل ميوه حقيقي يا برنج قهوه اي موسوم به گندمه يا "كاريوپسيس" (caryopsis) بعلاوه پوسته (hull) است كه كاملاً به همديگر چسبيده و مجموعاً

"شلتوك" ناميده مي شوند. بخش داخلي برنج قهوه اي شامل "اندوسپرم" (endosperm) و جنين (embryo يا germ) مي باشد و بخش خارجي داراي چندين لايه بسيار نازك است كه از بافت هاي متنوعي ساخته شده اند و محكم به "اندوسپرم" و جنين چسبيده اند (۳).

انواع برنج معمولي را در قاره آسيا بعنوان اصلي ترين مبدأ گياه برنج به صورت هاي مختلفي مي پزند كه بستگي به فرهنگ و سنن هر منطقه دارد چنانكه كلوچه هاي مغزدار موسوم به "موچي" (Mochi) در ژاپن بسيار رايج است. در نيمكره غربي نيز از برنج بشكل هاي ديگري بهره مي گيرند كه از جمله آنها مي توان به غذاي ايتاليايي موسوم به "ريساتو" (Risotto) شامل : برنج ، پنير و گوشتابه و همچنين غذايي از مخلوط برنج و لوبيا موسوم به "سيكيهان" (sikihan) اشاره داشت كه در آمريكاي لاتين مرسوم است (۲).

دانه هاي برنج را معمولاً بر اساس برخي مشخصات بشرح زير دسته بندي مي كنند :
الف) طول دانه (grain length) كه شامل برنج هاي دانه بلند ، دانه متوسط و دانه كوتاه مي باشند.
ب) شكل دانه (grain shape) كه شامل برنج هاي دانه دراز ، استوانه اي و نسبتاً گرد هستند.
پ) بافت دانه (grain texture) كه از اين نظر دانه هاي برنج پس از پختن بصورت هاي خشك يا پفي (fluffy) در مي آيند.
ت) رنگ دانه (grain color)

ث) شفافيت دانه (grain translucence)
ج) عطر دانه (grain aroma) (۲).

برنج هاي دانه بلند غالباً از ارقام هندي (ايندیکا) بشمار مي روند درحاليكه برنج هاي دانه كوتاه معمولاً از ارقام ژاپوني بدست مي آيند. برنج های ژاپونی اغلب بشكل تخم مرغي هستند و پس از پختن بحالت چسبناك در مي آيند. برنج هاي دانه متوسط از ارقام هندي و يا هيبريدهاي ژاپوني-هندي با غالبيت ژنومي برنج هاي هندي حاصل گرديده اند. اين واريته ها از چسبندگي بيشتري نسبت به ارقام دانه بلند پس از پختن برخوردار مي شوند (۲).

تفاوت بافت دانه هاي برنج بخاطر اين است كه آنها از دو نوع نشاسته بشرح زير تشكيل يافته اند :
الف) آميلوز (amylose)
ب) آميلوپكتين (amylopectin) .
برنج هايي كه نظير ارقام دانه بلند داراي آميلوز بيشتري هستند در ضمن پختن شكسته نمي شوند و شكل ظاهري خود را حفظ مي كنند. همچنين برنج هايي كه از آميلوپكتين بالاتري برخوردارند نظير انواع دانه كوتاه در طي پختن مي شكنند و به حالت چسبناكي يا حريره اي (mushy) در مي آورند (۲).

اصولاً دو عامل مشروحه زير بر رنگ دانه هاي برنج تأثير مي گذارند :
الف) رنگدانه هاي (پيگمان) خاص هر گونه از برنج ها
ب) فرآيندهايي كه بر روي دانه هاي برنج انجام مي گيرند (۲).

دانه هاي برنج را از نظر رنگ بصورت زير دسته بندي مي كنند :
۱) برنج قهوه اي (brown rice) :
پوسته خارجي دانه هاي برنج (outer chaff ، husk) را پس از برداشت محصول در نخستين مراحل تبديل توسط دستگاه پوست گيري (huller) حذف مي كنند. دانه هاي برنج در اين مرحله داراي رنگدانه هاي يكنواختي مي باشند و به رنگ قهوه اي روشن ديده مي شوند و سرشار از عناصر غذايي و تيامين (ويتامين B) هستند (۲).

۲) برنج سفيد (white rice) :
در صورتيكه برنج هاي قهوه اي را در دوّمين مرحلهٔ تبديل قرار دهند و پوسته زيرين دانه ها موسوم به سبوس (bran) بعلاوه جنين (germ) را حذف كنند آنگاه برنج سفيد حاصل مي گردد كه بسيار سريعتر پخته مي شود و قابليت انبارداري بيشتري در قياس با برنج قهوه اي دارد امّا بسياري از عناصر غذايي خويش را در ضمن اين مرحله از دست مي دهد (۲).

۳) برنـج هاي ارغواني، قرمز و سياه (black, red, purple) :
اينگونـه دانـه هاي برنـج از لايه سبوس با همين رنـگ ها تشكيل يافته اند. رنـگي شدن سبوس در نتيجه افزودن پيگمان ها به بوتـه هاى درحال رشد برنـج حاصل مي آيد. وجود رنـگ در دانـه هاي برنـج گاهاً بر ارزش آنـها در برخي فرهنـگ ها مي افزايد لذا گاهاً لايه سبوس را كاملاً حذف نمي كنند (۲).

شفافيت (clarity) و رنـگ از خصوصيات بارز دانـه هاي برنـج هستند. در داخل هر يك از گونـه هاي برنـج بـه محدوده اي از انواع شفافيت دانـه هاي برنـج مواجه مي باشيم وليكن برخي ارقام برنـج توليد دانـه هايي با مغز شفاف تر مي نمايند. دانـه هاي برنـج را از نظر شفافيت بـه گروه هاي زير تقسيم مي نمايند :
الف) شفاف (translucent)
ب) گچي (chalky)
پ) نيمه شفاف يا ابري (cloudy)
ت) كدر يا مات (opaque)

بطور كلي دانـه هاي كدر و گچي نسبت بـه انواع شفاف داراي ويژگي هاي : نرمتر (softer) ، متراكم تر (denser) و سنـگين تر (heavier) هستند و سريعتر پخته مي شوند (۲).

واريته هاي برنـج معطر از انواع دانـه بلند و دانـه متوسط مى باشند و از عطر (aroma) و طعم (favor) آجيلي بهره مي برند. برنـج هاي دانـه معطر عموماً از ارقام هندي حاصل مي شوند. از مطلوب ترين برنـج هاي معطر مي توان بـه باسماتي و جاسمين اشاره نمود كه بخش عمده تركيبات نان برنـجي سفيد را تشكيل مي دهند. برخي از ارقام بسيار معطر برنـج (floral aroma) نظير "ambemohar" نيز در هندوستان كشت مي گردند (۲).

«جدول۱) واریته هاي برنج کشور ژاپن (۲) :»

کشور/ناحیه	نوع برنج	طول دانه	شکل دانه	شفافیت	بافت	رنگ ظاهر	توضیحات
ژاپن	Koshihikari	کوتاه	تخم مرغي	شفاف	چسبناك	سفید یا قهوه اي	مطلوب براي تهیه غذاي سوشي
	Mochigome	کوتاه	مدوّر	ابري	چسبناك	سفید	مناسب براي تهیه کیك موچي
	Yamata Nishiki	کوتاه	سنگریزه اي	کدر	پُفي	سفید	عطري، نرم ، مطلوب تهیه نوشیدني ساکي

«جدول۲) واريته هاي برنج هند ، سريلانكا و هيماليا(۲) :»

كشور/ناحيه	نوع برنج	طول دانه	شكل دانه	شفافيت	بافت	رنگ ظاهر	توضيحات
هند ، سريلانكا ، هيماليا	باسماتي	بلند	استوانه اي	ابري	پفي و خشك	سفيد يا قهوه اي	شبيه پاپكورن، معطر، ارزشمند در هند و پاكستان
	پاتنا	بلند	دراز	كدر	پفي، حفظ شكل دانه	سفيد	عطر كمتر نسبت به باسماتي، مطلوب مصرف با انواع ادويه
	سونا ماسوري	متوسط	تخم مرغي	شفاف	سفت، حفظ شكل دانه	سفيد	معطر، مناسب تهيه برنج برشته و پوره
	آمبي موهار	كوتاه	تخم مرغي	ابري	خيلي چسبناك، شكستن سريع دانه	سفيد يا قهوه اي	معطر با بافت چسبنده يكنواخت
	بهاتانيز قرمز	متوسط	پلتي	كدر	نرم و چسبناك	قرمز صورتي	مزه خاكي، بوي بوتان، تهيه برنج قهوه اي
	سامبا	كوتاه	كوچك و تخم مرغي	ابري	سفت و متراكم	سفيد يا قهوه اي	طعم نشاسته، عطر نامطلوب پس از پختن

«جدول۳) واریته هاي برنج تايلند، چين، ويتنام و لائوس(۲) :»

كشور/ناحيه	نوع برنج	طول دانه	شكل دانه	شفافيت	بافت	رنگ ظاهر	توضيحات
تايلند، چين، ويتنام، لائوس	جاسمين	بلند	استوانه اي	ابري	حفظ شكل، نيمه چسبناك	سفيد	محبوب در تايلند و آمريكا
	چسبناك	كوتاه	تخم مرغي	ابري	خيلي چسبناك	سفيد يا قهوه اي	محبوب در چين-كره-شمال تايلند-لائوس-فيليپين-ويتنام و ژاپن ، براي تهيه كيك موچي
	سياه	كوتاه	دانه اي	كدر	نيمه چسبناك، حفظ شكل ظاهري	سياه، پخته برنگ ارغواني تيره	در آمريكا موسوم به "برنج ممنوعه"، سرشار از فيبر و آهن، غذاي لوكس مهماني ها
	نانگتوم چائودائو	بلند	استوانه اي	ابري	پفي و خشك	سفيد	پخته معطر، مشابه باسماتي و جاسمين، رايج در ويتنام

«جدول۴) واريته هاي برنج آمريك و اروپا (۲) :»

کشور/ناحيه	نوع برنج	طول دانه	شكل دانه	شفافيت	بافت	رنگ ظاهر	توضيحات
آمريكا ، اروپا	تيكس ماتي	بلند	استوانه اي	شفاف	سبك، پفي، حفظ شكل ظاهري	سفيد يا قهوه اي	معطر، شبيه پاپكورن، اولين نژاد باسماتي آمريكا
	آربوريو	كوتاه	بيضوي	كدر	چسبناك، نرم و كرمي	سفيد	كاشت در ايتاليا، براي تهيه پودينگ-ريسوتو-الدنيته
	كانارولي	كوتاه	استوانه اي كوچك	كدر	سفت، پفي، حفظ شكل ظاهري	سفيد يا قهوه اي	براي تهيه ريسوتو و حريره
	كالزر	كوتاه	استوانه اي كوچك	ابري	نرم و چسبناك	سفيد يا قهوه اي	محبوب در آمريكا، عالي براي سوشي

«جدول۵) واريته هاي برنج آفريقا و خاور ميانه (۲) :»

کشور/ناحيه	نوع برنج	طول دانه	شكل دانه	شفافيت	بافت	رنگ ظاهر	توضيحات
آفريقا ، خاور ميانه	دُمسياه	بلند	استوانه اي كوچك	كدر	سفت و پفي	سفيد يا قهوه اي با يك انتهاي تيره	بومي ايران، محبوب ترين برنج ايران
	آفريقايي	بلند	استوانه اي طويل	ابري	سفت	قهوه اي	مقاوم به خشكي، از گونه گلابريما، بفرم وحشي در آفريقا، عدم تلاقي با گونه ساتيوا

مقایسه ارقام برنج هندي و ژاپني :

بمنظور مقایسه ارقام مختلف برنج مي توان آنها را بطور كلي به دو دسته زیر تقسیم نمود :

الف) برنج هاي چسبناك (sticky) كه از انواع برنج هاي دانه كوتاه ژاپني موسوم به "سینیكا" (sinica) محسوب مي شوند.

ب) برنج هاي غیر چسبناك (non-sticky) كه از انواع برنج هاي دانه بلند هندي بشمار مي روند.

خصوصیات و شكل برنج هاي مذكور متفاوتند آنچنانكه :

ارقام برنج ژاپوني (Japonica) غالباً در اراضي خشك و گرم آسیاي شرقي و اراضي آپلند جنوب شرقي آسیا و اراضي مرتفع جنوب آسیا پرورش مي یابند. آنها داراي دانه هاي نسبتاً مدوّر هستند كه بسادگي ترك بر نمي دارند و شكسته نمي شوند. پخته این قبیل دانه ها داراي ویژگي مرطوب و چسبناك هستند.

ارقام برنج هندي (Indica) اصولاً در اراضي كم ارتفاع و بحالت غرقاب در سراسر مناطق گرمسیري آسیا بعمل مي آیند. آنها دانه هاي بلندی دارند و بسادگي مي شكنند. پخته این قبیل دانه ها بحالت پفي (fluffy) در می آیند و به همدیگر نمي چسبند (۳).

مشخصات برنج هاي معطر :

برنج هاي معطر (aromatic) داراي دانه هایي با طول متوسط هستند. دانه هاي برنج معطر از نظر مزه و عطر مشابه دانه هاي آجیل (nut-like) بنظر مي آیند كه بواسطه دربر داشتن یك تركیب شیمیایي بنام "۲-استیل-۱-پیرولین" (2-acetyl-1-pyrroline) می باشد.

واریته هاي مختلف برنج عطري عبارتند از :

"Basmati" ، "Jasmine" ، "Texmati" ، "Wehani" و "Wild pecan" .

پخته این قبیل دانه های برنج دارای بافت پُفی و سبک هستند (۳).

ویژگی های برنج چسبناک :

برنج چسبناک (sticky rice) با نام علمی "Oryza sativa var glutinosa" ازانواع برنج های دانه کوتاه آسیایی است که در مناطق جنوب شرقی و شرق آسیا کشت می گردد. برنج چسبناک دارای دانه های مات (کدر) با مقدار آمیلوز بسیار کم است که پس از پختن دارای حالت چسبناکی می شود. برنج های چسبناک را از این نظر "گلوتینوز" می نامند که دارای خصیصه چسبندگی مشابه چسب (glue-like) است و نام آنرا از واژه "glutinosus" استخراج نموده اند ولیکن نباید آنرا حاوی گلوتن (gluten) یا پروتئین خاص غلات دانست. اینگونه برنج ها را نباید با برخی از برنج های آسیایی که به درجاتی از چسبناکی در صورت پختن بفرم "کته" (بدون آبکش) دست می یابند، اشتباه گرفت. ارقامی از برنج که اینچنین ویژگی چسبناکی را پس از پختن نشان می دهند ، می توانند در زمره ارقام ژاپونیکا ، اینديکا و نژادهای گرمسیری ژاپونیکا نیز قرار دارند (۳،۵).

برنج چسبناک را در چین از ۲۰۰۰ سال قبل زراعت می نموده اند. این نوع برنج در کشورهای : لائوس، تایلند، کامبوج، ویتنام، مالزی، اندونزی، میانمار (برمه)، بنگلادش، شمال شرقی هند، چین، ژاپن، کره، تایوان و فیلیپین کشت می گردد. حدوداً ۸۵ درصد شالیزارهای لائوس در اشغال برنج چسبناک است. متوسط سابقه مدوّن کاشت برنج در نواحی مذکور از ۱۱۰۰ سال بالغ می شود (۵).

تمامی واریته های برنج که از نظر عملکرد ضمن انقلاب سبز (green revolution) اصلاح گردیدند، در زمره ارقام غیر چسبناک محسوب می شدند لذا کشاورزان مناطق برنج خیز آسیا بویژه لائوس هیچگاه ارقام اصلاح شده را نپذیرفتند و آنها را جایگزین ارقام چسبناک سنتی ننمودند. البته با گذشت زمان امکان دسترسی به ارقام پُر محصول برنج چسبناک از طریق برنامه ملی تحقیقات برنج لائوس فراهم گردید بطوریکه تا سال

۱۹۹۹ میلادی در حدود ۷۰ درصد اراضی اطراف رودخانه "مکونگ" به زیر کشت برنج چسبناک قرار گرفت (۵).

برنج چسبناک بنحو بارزی در قیاس با سایر ارقام برنج معمولي فاقد آمیلوز (amylase) و یا به مقدار جزئی از آن هستند درحالیکه از مقادیر زیاد "آمیلوپکتین" (amylopectin) بهره می برند. آمیلوز و آمیلوپکتین از انواع ترکیبات نشاسته اي می باشند امّا آمیلوپکتین مسئول کیفیت چسبندگي دانه های پخته برنج چسبناک می باشد. اینگونه برنج ها در اثر انتخاب کشاورزان از میان میوتانت های منفرد حاصل شده اند. آنها نظیر سایر ارقام برنج فاقد "گلوتن" غذایی یعنی "گلوتینین" (glutenin) و "گلیادین" (gliadin) می باشند (۵).

معمولاً برنج چسبناک را به دو صورت : بدون سبوس (milled) و سبوس دار (unmilled) استفاده می کنند. برنج های بدون سبوس به رنگ سفید و کاملاً مات می باشند ولیکن به برنج های غیر چسبناک که در حالت خام نسبتاً شفافند، شباهتی ندارند درحالیکه برنج های چسبناک سبوس دار به رنگ های ارغوانی یا سیاه دیده می شوند. برنج های چسبناک ارغوانی و سیاه از ارقام برنج چسبناک سفید کاملاً متمایزند. در برخی از کشورهای در حال توسعه برخی از کشاورزان به دلیل ضعف حاکمیت قانون با استفاده از رنگ های مصنوعی و غالباً مضر برای سلامتی انسان اقدام به تولید برنج های رنگی تقلبی می نمایند. برنج های چسبناک سفید و سیاه را می توان بصورت پلو (discrete grain) پخت و یا بحالت آرد در آورد سپس بصورت ژله یا خمیر پخته مصرف نمود (۵).

کاربردهای برنج چسبناک :

الف) کاربردهای غیر غذایی برنج چسبناک :

۱-الف- بر طبق روایات تاریخی از برنج چسبناک در تهیّه ملات جهت ساختن دیوار بزرگ چین استفاده شده است. آزمایشات باستانشناسی مبین تأئید چنین کاربردی در ساختمان دیوارهای شهر "جیان" (Xian) کشور چین بوده اند. در آسام نیز از برنج چسبناک در احداث قصرهای دوران قدیم استفاده گردیده است.

۲-الف- از نشاسته برنج چسبناک بعنوان چسب گیاهی بهره می برند (۵).

ب) کاربردهای غذایی برنج چسبناک :

برنج چسبناک را در بسیاری از دستورات غذایی مناطق شرق و جنوب شرقی آسیا بشرح زیر بکار می برند :

۱-ب- منطقه آسام هند :

مردم آسام برنج چسبناک معروف به "Bora saul" را بعنوان ترکیب اصلی شیرینی ها، خوراک های حاضری و صبحانه بکار می گیرند. از برنج چسبناک بطور گسترده در تهیه انواع شیرینی های سنتی آسامی استفاده می شود. شیرینی های آسامی با شیرینی های هندی که ماده اصلی آنها را شیر تشکیل می دهد، متفاوتند.

معروف ترین شیرینی حاصل از برنج چسبناک در منطقه آسام را "Pitha" می نامند و آن به شکل پودر تهیه می گردد سپس همراه با شیر بعنوان صبحانه مصرف می شود. همچنین برنج چسبناک را در آب می خیسانند و در داخل ساقه نوعی بامبو می پزند. از برنج چسبناک نوعی نوشابه برای مصرف در جشن ها تهیه می کنند. تهیه پلو از برنج چسبناک در منطقه آسام برای مصرف بعنوان نهار یا شام بندرت انجام می پذیرد (۵).

۲-ب- کشور بنگلادش :
برنج چسبناک در بنگلادش بویژه در منطقه "چیتاگنگ" از مقبولیت ویژه ای برخوردار است. ارقام سفید و صورتی آنرا در مزارع خانگی رعیتی (homestead) کشت می کنند. برنج چسبناک پخته را همراه با گوشت یا ماهی و پودر نارگیل بعنوان صبحانه مصرف می کنند. برنج چسبناک پخته را با قطعات کوچکی از نارگیل، شکر قهوه ای و موز رسیده در داخل برگ های موز می پیچند و بخارپز می کنند. آرد برنج چسبناک را با شکر و کره مخلوط نموده و بصورت گلوله های کوچک در می آورند و می پزند (۵).

۳-ب- کشور میانمار (برمه) :
برنج چسبناک بویژه رقم ارغوانی در کشور برمه بسیار پُر طرفدار است. آنرا همراه با نخود می پزند و بعنوان صبحانه میل می کنند. برنج مذکور را در برگ موز همراه با نخود، نمک، کنجد و پودر نارگیل می پیچند و بخارپز می کنند. برنج چسبناک را با پیاز و زردچوبه در روغن بادام زمینی می پزند و همراه با کنجد برشته سرو می نمایند. برنج چسبناک خیسانده را درون قطعاتی از بامبو می ریزند و پس از پختن در مسافرت ها همراه می برند. برنج چسبناک را می پزند و بصورت گلوله هایی با مغز شکر سرخ در می آورند سپس برای مدت کوتاهی درون آب جوش قرار می دهند. برنج چسبناک را همراه با کشمش، بادام هندی و تراشه های نارگیل می پزند سپس بصورت کلوچه در می آورند تا در مراسم خاص مصرف شوند. برنج چسبناک را مخلوط با قطعات موز و تراشه های نارگیل درون برگ های موز بخارپز نموده و بعنوان غذای حاضری سرو می کنند (۵).

۴-ب- کشور چین :

برنج چسبناک را در زبان چینی بنام "نیومی" (nuomi) می شناسند. برنج چسبناک را آرد می کنند و برای تهیّه شیرینی و کلوچه های مغزدار موسوم به "niangao" و "tangyan" برای مصرف در جشن های سال نو و فستیوال قایق اژدها استفاده می کنند. همچنین آنرا با لوبیا قرمز، قارچ، میگوی خشک و دوکفه ایهای دریایی (scallop) مصرف می کنند (۵).

۵-ب- کشور فیلیپین :

برنج چسبناک را در فیلیپین با نام "malagkit" می شناسند. برنج چسبناک را درون برگ های نارگیل یا موز پیچیده سپس بخارپز می کنند که موسوم به "suman" است. تراشه های نارگیل را برای تهیه مربا در آب و شکر می جوشانند سپس با برنج چسبناک پخته بعنوان غذای حاضری سرو می کنند. پخته آنرا با موز و انبه کاملاً رسیده بر سر سفره می گذارند. برنج چسبناک را با ارزن، شیر نارگیل و شکر مخلوط نموده و می پزند تا برای مراسم کریسمس مصرف گردد. در فیلیپین از برنج چسبناک نوعی کیک گلوله ای مشابه "موچی" (mocha) ژاپنی ها تهیّه می گردد که به "palitao" موسوم است (۵).

۶-ب- کشور اندونزی :

برنج چسبناک را در اندونزی با نام "ketan" می شناسند و از آن برای تهیّه انواع شیرینی بهره می گیرند. برنج چسبناک را با شیر نارگیل آمیخته و در ساقه های بامبو می ریزند سپس در برگ های موز می پیچند و درون آتش اجاق می پزند. از این برنج برای تهیّه برخی نوشابه ها از جمله "tuak" نیز استفاده می گردد(۵).

۷-ب- کشور مالزی :
در مالزی و سنگاپور از برنج چسبناک با عنوان "pulut" یاد می گردد و آنرا در اختلاط با شیر نارگیل و نمک می پزند و بعنوان غذای سنتی در فستیوال ها مصرف می کنند. برنج چسبناک خیسانده را داخل ساقه های بامبو می ریزند و پس از پیچیدن در برگ های موز درون اجاق قرار می دهند تا بخوبی پخته شود (۵).

۸-ب- کشور ژاپن :
ژاپنی ها برنج چسبناک را با نام "mahigome" می شناسند زیرا عمدتاً برای تهیّه کلوچه های گلوله ای مغزدار موسوم به "موچی" استفاده می شود. "موچی" از شیرینی های سنتی ژاپنی ها شمرده می شود که بشکل گلوله هاي مغزدار است و در جشن های سال نو مصرف می گردد (۵).

۹-ب- کشور کره :
برنج چسبناک را با نام "chapssal" در کره می شناسند و پخته آنرا "chalbap" می نامند. از برنج چسبناک در کره برای تهیّه انواع کیک ها استفاده می گردد (۵).

۱۰-ب- کشور لائوس :
برنج چسبناک موسوم به "khaoniao" بعنوان اصلی ترین ماده غذایی مردم لائوس محسوب می شود. آنرا ابتدا برای چند ساعت می خیسانند سپس درون ساقه های بامبو قرار می دهند و بخارپز می نمایند. محبوب ترین غذای مردم لائوس را برنج چسبناک پخته همراه با سالاد "پاپایا" و مرغ سرخ شده می دانند (۵).

۱۱-ب- کشور تایلند :
برنج چسبناک را در تایلند به اسم "Isan" می شناسند که بویژه در مناطق شمال و شمال شرقی بسان عمده ترین غذای مردم مطرح است. برنج چسبناک را می پزند و با گوشت گوساله یا گاومیش ، سبزیجات تازه و انبه می خورند. برنج چسبناک خیسانده را با شکر و کرم نارگیل مخلوط نموده و در داخل ساقه های بامبو می ریزند سپس می پزند. گاهاً آنرا با لوبیا و یا انواع آجیل ها سرو می کنند. در تایلند از برنج چسبناک برای تهیّه نوشابه های سنتی نیز بهره می برند (۵).

۱۲-ب- کشور ویتنام : برنج چسبناک را در ویتنام با عنوان "gao nep" می شناسند. از آن برای تهیّه آرد جهت پختن انواع کیک و کلوچه سنتی استفاده می کنند. خمیر حاصل از آنرا بصورت مکعبی در می آورند و با گوشت پُر می نمایند سپس می پزند. رشته های غذایی حاصل از برنج چسبناک در ویتنام خواستاران زیادی دارد. گلوله های حاصل از خمیر آنرا با قطعات گوشت و قارچ پُر می کنند سپس می پزند. معروف ترین نوشابه های حاصل از برنج چسبناک موسوم به "sato" و "choujiu" هستند (۵).

برنج های ژاپونی :

برنج های ژاپونی منتسب به ارقام دانه کوتاه موسوم به "ژاپونیکا" (Japonica) هستند که عمدتاً در کشور ژاپن کاشته می شوند. برنج های ژاپونی را به دو دسته اصلی بشرح زیر تقسیم می کنند :

الف) برنج های معمولی یا "اروچیمای" (uruchimai)

ب) برنج های چسبناک یا "موچی گوم" (mochigome)

برنج های معمولی همواره بمیزان بیشتری زراعت می گردند و نقش عمده را در رژیم غذایی ژاپنی ها برعهده دارند. آنها شامل دانه های نیمه شفاف (translucent) هستند. اینگونه دانه ها پس از پختن دارای بافت چسبناکی می شوند بطوریکه آنها را بسادگی می توان به کمک میله های غذاخوری یا "چاپ استیک" (chopsticks) برداشت و میل نمود. چنین برنج هایی را در خارج از ژاپن بنام برنج سوشی (sushi rice) می شناسند زیرا در تهیّه غذای مذکور بکار می روند. از آنها همچنین در تدارک نوشیدنی سنتی "ساکی" (sake یا saki) بهره می گیرند. برنج های چسبناک ژاپنی در تهیّه کیک "موچی" (mocha) و یا مخلوط برنج با حبوبات موسوم به "سیکیهان" (sikihan) استفاده می شوند. آنها دارای دانه های کوتاه هستند و بواسطه صفات کوتاه، مدوّر و غیر شفاف از برنج های ژاپنی معمولی تمیز داده می شوند. این دانه ها بمحض پختن دارای حالت چسبناک می گردند و بطور محسوسی از بافت سفت تر و جویدنی تری بهره می برند (۶).

--- امروزه زراعت برنج در ژاپن بصورت مکانیزه صورت می پذیرد بطوریکه اغلب مراحل کاشت تا برداشت برنج توسط ماشین آلات انجام می گیرند. برای این منظور ابتدا بذور برنج را در آب می خیسانند سپس درون سینی هایی در محل های سرپوشیده کشت می کنند تا به اندازه کافی رشد نموده و تبدیل به نشاء شوند. مزارع ژاپن در اراضی حاشیه تپه ها و در مناطق روستایی قرار دارند. اینگونه اراضی زراعی بسیار محدودند زیرا اغلب نقاط کشور ژاپن را مناطق کوهستانی می پوشانند (۶).

مهمترین ارقام برنج ژاپنی عبارتند از :

۱) "Koshihikari" که از ارقام قابل احترام در این کشور می باشد و بصورت گسترده زراعت می گردد.این رقم در آمریکا و استرالیا نیز رواج دارد.

۲) رقم "Akitakomachi" نیز بسیار طرفدار دارد.

۳) رقم "Sasanishiki" که بواسطه حفظ مزه غذا حتی پس از سرد شدن محبوبیت یافته است.

۴) رقم "Yamada Nishiki" از معروفیت خاصی برای تهیّه نوشیدنی "ساکی" بهره مند می باشد.

۵) جزیره "هوکایدو" که جزو شمالی ترین مناطق ژاپن محسوب مي گردد، اغلب به کاشت برنج های مقاوم به سرما نظیر : "Oborozuki" و "Yumepirika" اختصاص دارد.

۶) "Calrose" از ارقام دانه متوسط ژاپنی است که بویژه در کالیفرنیای آمریکا رواج دارد و برای تهیّه سوشی بکار می رود (۶).

اکثر ژاپنی ها از "پلوپز" (suihanki) برای پختن برنج استفاده می کنند. آنها دانه های برنج را به همراه مقدار مناسب آب درون پلوپز می ریزند. براي این منظور ابتدا برنج را با آب می شویند تا نشاسته مازاد آزاد گردد سپس قبل از شروع پختن باید مدتی در آب خیسانده شود. مدت خیساندن در تابستان ها ۱-۰/۵ ساعت و در زمستان ها ۲ ساعت است. البته مدت خیساندن به کیفیت و تازگی برنج ها نیز بستگی دارد. آنگاه برنج را با نسبت ۵ قسمت آب و ۴ قسمت دانه های برنج خیس خورده می جوشانند ولیکن اگر برنج خشک باشد باید نسبت مذکور را ۱:۱ انتخاب نمود. متعاقباً عمل جوشاندن تا مرحله نرم شدن مغز دانه ها ادامه می یابد. ژاپني

ها اغلب از افزودن نمک به برنج خودداری می کنند. بصورت سنتی از برنج در هر وعده غذایی ژاپنی ها مصرف می گردد بطوریکه از پلوپزهای تایمردار برای پختن برنج جهت وعده صبحانه بهره می برند. پلوپزها می توانند رطوبت پلو را حفظ نموده و آنرا گرم نگهدارند. نهایتاً برنج های پخته را در پیاله های مخصوص موسوم به "chawan" می ریزند و در سفره می گذارند. گاهاً برنج های پخته را موقتاً در جعبه های چوبی درپوش داری بنام "ohitsu" نگهداری می نمایند (۶).

برنج های ویتنامی :

برنج اصلی ترین محصول کشاورزی کشور ویتنام است و آنرا بمنظور امنیت غذایی داخلی و صادرات تولید می کنند. در حدود ۸۰ درصد از ۱۱ میلیون کشاورز خرده مالک ویتنامی به زراعت برنج اشتغال دارند زیرا برنج بعنوان غذای اصلی و عمده ممر درآمد آنها محسوب می گردد. وسعت شالیزارهای ویتنام در سال ۲۰۱۲ میلادی در حدود ۴/۳ میلیون هکتار بوده است که ۴۶ درصد کل اراضی کشور را (۷/۶۶ میلیون هکتار) با عملکرد ۵/۵۳ تن در هکتار تشکیل می دهند و بدین ترتیب محصولی بالغ بر ۴۲/۳۱ میلیون تن در سال حاصل گردید. از برنج تولیدی مزبور بمیزان ۷/۱ میلیون تن به ارزش ۳/۵ میلیارد دلار آمریکا صادر شد(۱،۴).

ویتنام از اصلی ترین مراکز تولید برنج دنیا با تنوّع بسیار زیاد است. واریته های متعدد برنج ویتنام را در سه گروه بشرح زیر قرار داده اند :

۱) برنج هیبرید (hybride rice)
۲) برنج اصلاح شده (pure rice)
۳) برنج بومي (traditional rice) (۱).

برنج بومی در ویتنام از قرن ۱۹ میلادی تولید می گردد. آنها دارای کیفیت بالا، عملکرد پائین، دیررس و حساس به بیماری ها هستند لذا با آغاز انقلاب سبز از وسعت اینگونه شالیزارها کاسته شد و برنج هایی با عملکرد بالا، زودرس و کیفیت نازل تر جایگزین شدند. اراضی زیر کشت برنج چسبناک نیز همانند ارقام سنتی بتدریج کاهش یافتند و به میزان ۱۴ هزار هکتار یعنی ۰/۱۹ درصد کل شالیزارهای ویتنام رسیدند (۱).

بذور برنج چسبناک تولیدی را در ویتنام به دو طریق نگهداری می کنند :

۱) شیوه in situ :
۲) شیوه ex situ :

در روش ex situ به انبارداری در شرایط سرد و دوره های کوتاه، متوسط و طولانی اقدام می شود. در این روش از خصوصیات طبیعی برنج بخوبی بهره برداری نمی شود درحالیکه روش in situ از چنین محدودیت هایی مبرا است و در محل های تولید صورت می پذیرد. نگهداری خانگی به کشاورزان کمک می کند تا بر

درآمد آنها به موازات افزایش کیفیت تولیدات افزوده شود. برنج چسبناک هر ساله در سطح ۴۰۰ هکتار از شالیزارهای استان "هوا وانگ" ویتنام با عملکرد ۳/۵ تن در هکتار کشت می شود (۱).

امروزه شرکت های تولید کننده بذور کشاورزی و مؤسسات تحقیقاتی توجه چندانی به برنج های چسبناک نشان نمی دهند که بواسطه دوره رشد طولانی، راندمان کم و خسارت پذیری نسبت به آفات است لذا ۱۰۰ درصد بذور مورد نیاز کشاورزان که عمدتاً دارای اراضی کوچک و خرده مالکی هستند، توسط خودشان تأمین می گردد بنابراین کیفیت محصولات تولیدی هیچگاه یکنواخت نخواهد بود و هزینه های بیشتری صرف نمی گردند (۱).

منابع و مآخذ :

1) Dao The , Anh & et al – 2013 – Conservation and development of local Hoa Vang sticky rice – University International Terre Citoyenne (UITC)

2) Frish , Eleanor – 2014 – Types of rice – http://www.foodservicewarehouse.com

3) Rice Wisdom – 2014 – Rice varieties and seeds – http://ricewisdom.org

4) VTPAEPC – 2008 – Report on Vietnamese rice sector – Vietnam Trade Promotion Agency ; Export Promotion Center

5) Wikipedia – 2014 – Glutinouse rice – http://en.wikipedia.org

6) Wikipedia – 2014 – Japanese rice – http://en.wikipedia.org

7) Yllix – 2014 – Glutinous rice – http://yllix.com

8) http://www.merriam-webster.com/dictionary

9) http://farsilookup.com

" برنج چهار کربنه " ؛
" Rice C4 "

مقدّمه :

تقويت روند توليد مواد غذايي جهت جمعيت رو به فزوني جهان تنها از طريق افزايش معني دار عملكرد محصولات گياهي امكان پذير مي باشد. گياه برنج (rice) با نام علمي "Oryza sativa L." از خانواده غلات يا "Poaceae" و از جمله گياهاني است كه از مسير فتوسنتزي C3 براي رشد و نمو بهره مي گيرد. يكي از شيوه هايي كه اخيراً براي افزايش ظرفيت فتوسنتزي گياهان زراعي مطرح مي باشد عبارت از درج مسير فتوسنتزي C4 در محصولات C3 نظير برنج بمنظور بالا بردن قابل توجه عملكرد آنان است زيرا گياهاني كه مكانيزم فتوسنتزي بهتري دارند، مي توانند بنحو مطلوب تري از تشعشعات خورشيدي بهره گيرند و عملكرد بالاتري توليد نمايند. اين موضوع مي تواند در گياه برنج به محصول دانه اي بيشتري منتهي گردد ضمن اينكه تلفات آب كاهش مي يابد و بر كارآيي مصرف نيتروژن بويژه در مناطق گرم و خشك افزوده مي شود (۶).

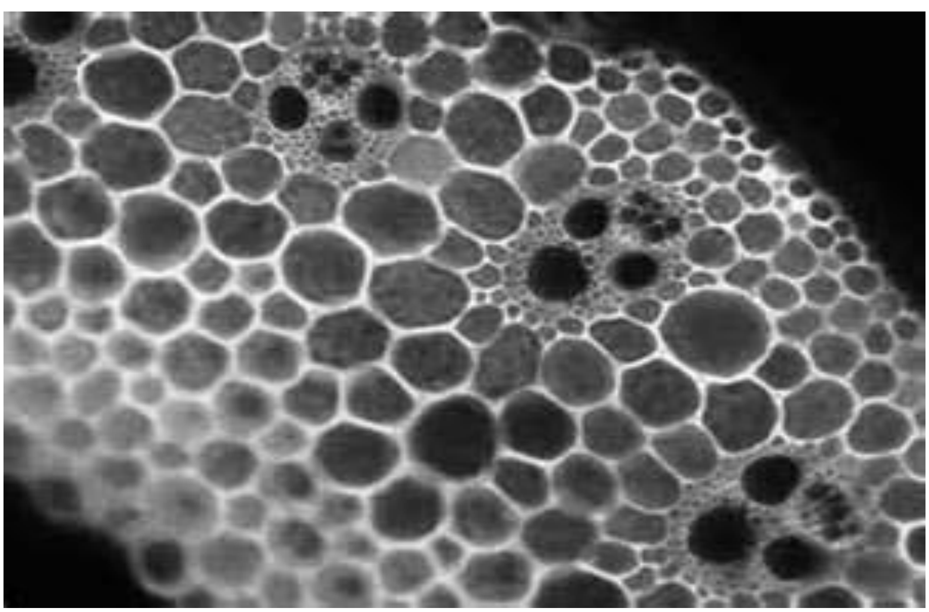
علامت C4 مخفف گیاهان مبتنی بر سیستم فتوسنتزی ۴ کربنه است. گیاهانی که بعنوان C4 شناخته می شوند ، عموماً دارای توانایی تولید بیوماس بیشتری در برابر دریافت تشعشعات خورشیدی می باشند. آنها کارآیی مصرف آب و نیتروژن بالاتری دارند و در برابر تنش گرما متحمل ترند. از اینرو تحمل بیشتری در شرایط تنش خشکی در مناطق بحراني يعني نواحی شالیزاری مشروب از باران (rainfed) بروز می دهند. بویژه اینکه اینگونه مناطق میزبان کشاورزان فقیر و اجتماعات زراعي معیشتی (subsistence) هستند. بسیاری از گیاهان زراعی از جمله برنج دارای سیستم فتوسنتزی C3 مي باشند لذا چنین مزیّت هایی ندارند. کنسرسیوم جهانی برنج C4 در نظر دارد تا برنج هایی با سیستم فتوسنتزی C4 را معرفی نماید. آنها در صورت موفقیّت قادر خواهند بود تا عملکرد دانه برنج را علاوه بر سایر فواید زراعی مذکور بمقدار قابل ملاحظه ای افزایش بخشند (۷).

فتوسنتز گياهان چهار كربنه :

گياهان به تثبيت دي اكسيد كربن (CO_2) با استفاده از نور خورشيد بعنوان منبع انرژي بصورت قند مي نمايند. گياهان از كربن تثبيت شده براي ساختن اندام هايي نظير : ريشه ها ، ساقه ها ، برگ ها و گل ها بهره مي جويند و مازاد آنرا بصورت قندها يا نشاسته در داخل بذور يا ميوه هايي ذخيره مي نمايند كه ما آنها را بعنوان مواد غذايي برداشت مي نمائيم (۵).

CO_2 در اكثر گياهان از جمله برنج ابتدا بصورت يك تركيب سه كربنه (C3) توسط آنزيمي موسوم به "ريبولوز بي فسفات كربوكسيلاز اكسي ژناز" يا "روبيسكو" (Rubisco) بعنوان عامل فتوسنتزي گياهان C3 تثبيت مي گردد. "روبيسكو" ذاتاً غير مؤثر و ناكارآمد است زيرا مي تواند موجب تركيب مواد با اكسيژن هوا ضمن يك فرآيند مازاد موسوم به "تنفس نوري" (photorespiration) گردد كه در جبهه مقابل فتوسنتز قرار دارد. زمانيكه دما به بالاتر از ۲۰ درجه سانتيگراد مي رسد، به افزايش رقابت توسط O_2 مي انجامد كه به كاهش قابل توجه تثبيت CO_2 منجر مي گردد و كارآيي فتوسنتز نزول مي يابد. مقدار زيادي از آب در اين زمان از برگ ها خارج مي شوند درحاليكه CO_2 در حال پخش شدن به داخل است. بدينگونه در اقاليم گرمسيري كه محل بيشترين توليد برنج دنيا هستند، فتوسنتز به شدت ناكارآمد مي گردد (۵).

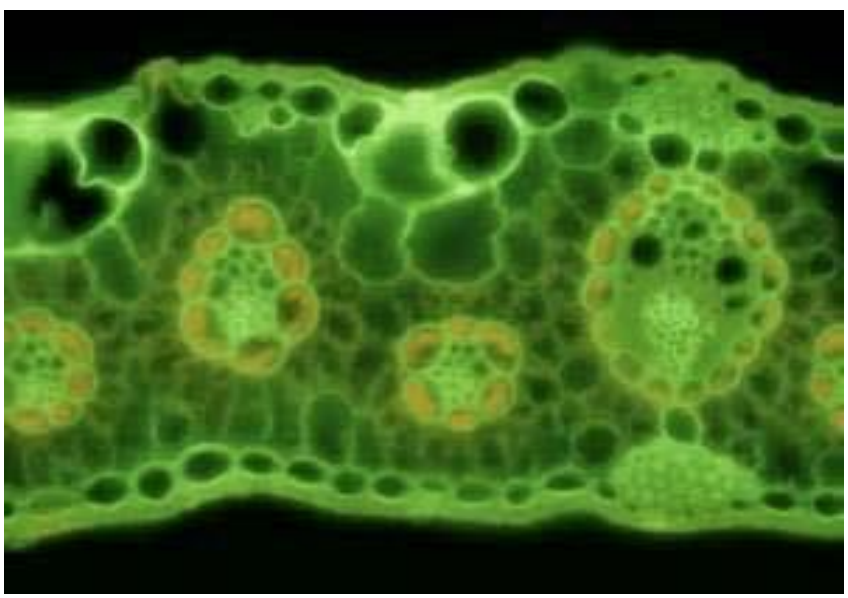
گياهان C4 داراي كارآيي بيشتري در تغليظ و تمركز CO_2 هستند كه منجر به افزايش كارآيي مصرف آب و نيتروژن و اصلاح سازگاري گياهان به شرايط محيطي خشك تر و گرم تر مي شود. اين حالت بطور طبيعي در گروه زيادي از گياهان گلدار تا ميزان ۵۰ برابر رُخ مي دهد و نشاندهنده مسيري آسان و امكانپذير براي تحوّل و تكامل گياهان است. "آناتومي كرانز" (Kranz anatomy) در گياهان C4 و در سلول هاي غلاف آوندي (bundle sheath) در واكنش به "تنفس نوري" شكل گرفته اند بنابراين بايد استراتژي فتوسنتز C4 بصورت "آناتومي كرانز" در گياهان C3 ايجاد گردد (۵).



تولید برنج چهار کربنه :

با اولین مشاهدات از خودمان مي پرسیم که چرا برخي محصولات نظیر: ذرت ، سورگوم و نیشکر داراي عملکردهاي بسیار بیشتري نسبت به برنج هستند ؟ این سؤال قبل از اینکه درگیر با مسئله افزایش دادن میزان تولید برنج بوده باشد، همواره متخصصین اصلاح نبات را بخود متوجه مي ساخت. در واقع گیاه برنج از سیستم فتوسنتزي موسوم به C3 سود مي جویند درحالیکه ذرت ، سورگوم و نیشکر داراي سیستم فتوسنتزي دیگري موسوم به C4 هستند. همانند زمانیکه از طریق مصرف عناصر معدني و ویتامین ها مي توان توانمندي افراد را تا ۵۰ درصد فزوني بخشید لذا توسعه برنج C4 مي تواند بر کارآیي تولید گیاه برنج بیفزاید. گیاهان C4 نظیر ذرت داراي پتانسیل عملکرد ۱۳/۹ تن در هکتار هستند درحالیکه برنج بعنوان یك گیاه C3 تنها از توانایي تولید ۸/۳ تن در هکتار برخوردار مي باشد (۲).

گیاهان با جذب انرژي خورشید به تولید قندها ضمن فرآیند فتوسنتز مي پردازند. تثبیت کربن در واقع یك نوع مکانیزم بیوشیمیایي است که ضمن آن پیوند مولکولي CO2 ضمن واکنش فتوسنتز شکسته مي شود و از آن در داخل سلول هاي گیاهان براي تولید قندها بهره مي گیرند. در علم بیوشیمي از حرف C براي نشان دادن مواد آلي حاوي کربن استفاده مي گردد و علامت اختصاري C4 منتسب به اولین ماده آلي حاوي ۴ اتم کربن حاصل از تثبیت CO2 در برخي گیاهان مي باشد که با همین علامت شناخته مي شوند (۲).



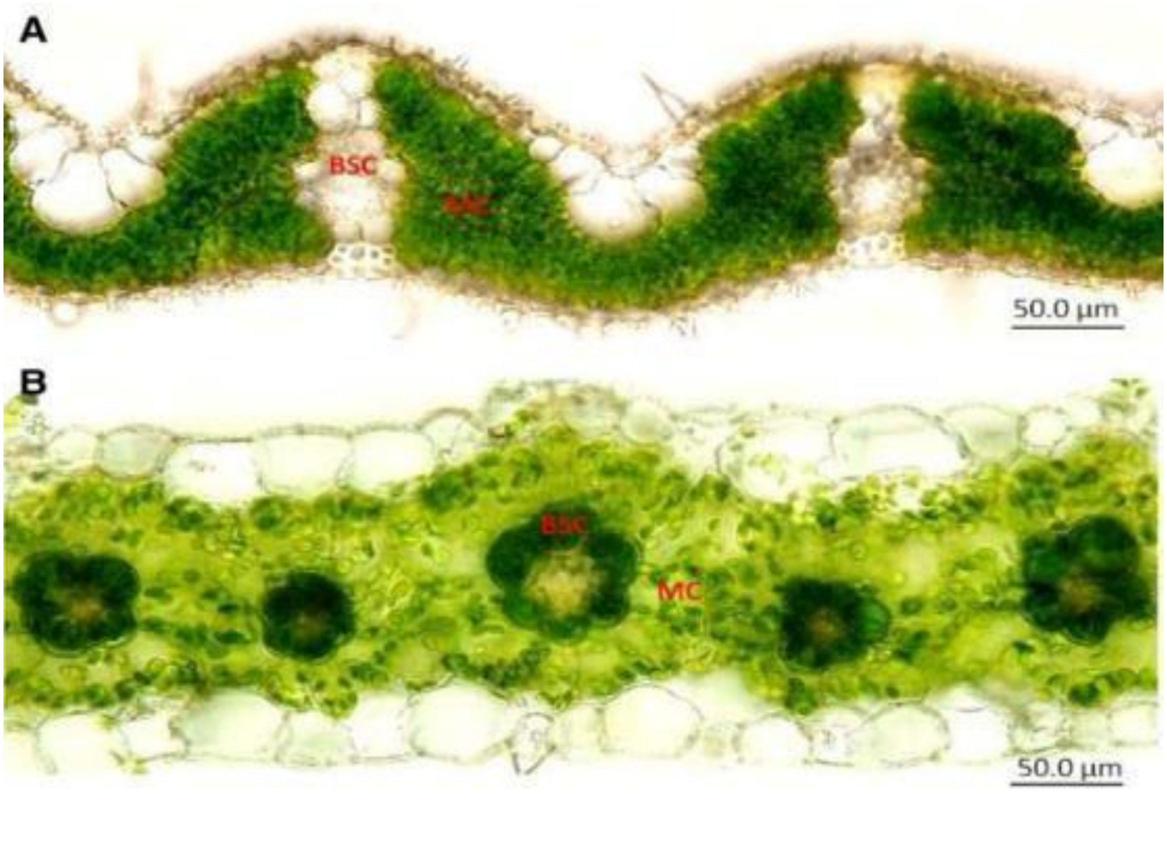
دانشمندان براي تبديل برنج C3 به C4 نسبت به مطالعه خصوصيات آنها همت گمارده و ۲ تفاوت اصلي را در آنان شناسايي نموده اند كه عبارتند از :

الف) آناتومي برگ ها :

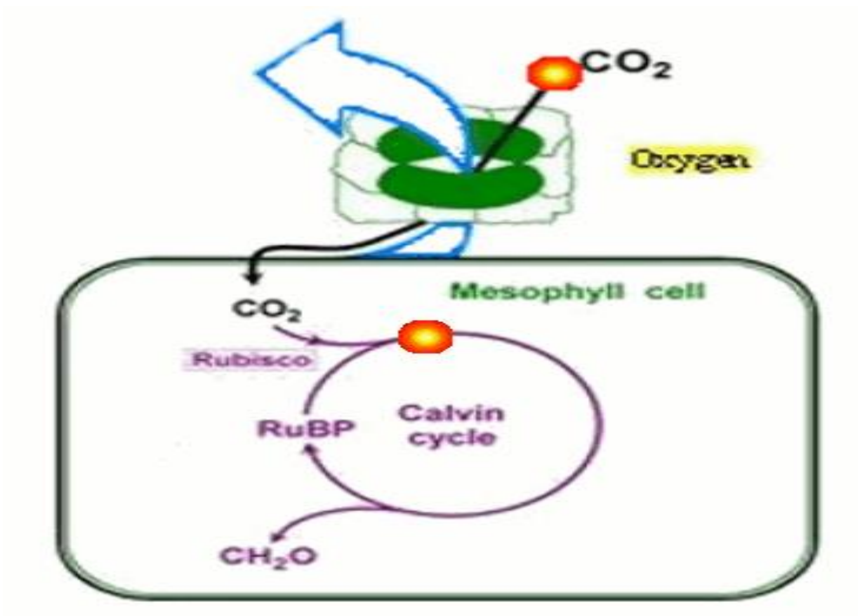
گياهان C4 داراي رگبرگ هاي بيشتري هستند بطوريكه در حدود ۲۰ رگبرگ در هر ۲ ميليمتر از سطح برگ هايشان مشاهده مي شوند ولي گياهان C3 از رگبرگ هاي كمتري برخوردار مي باشند و فقط ۱۲-۱۰ عدد از آنها را در همان وسعت دارند. حضور رگبرگ هاي بيشتر در گياهان C4 موجب بهبود كارآيي فتوسنتزي آنها در قياس با گياهان C3 مي گردد. اين گياهان آنزيم "روبيسكو" بيشتري دارند كه موجب جذب و پيوند با CO_2 و اكسيژن شده و به فرآيند توليد قندها مي پردازد. "روبيسكو" (ريبولوز ۱و۵ بي فسفات كربوكسيلاز اكسيژناز) آنزيمي ضروري در فرآيند اصلي تثبيت كربن است (۲).

ب) طرز استفاده از CO_2 براي رشد :

ژن C4 باعث افزايش كارآيي مصرف انرژي خورشيد مي شود بطوريكه بيوماس و دانه هاي بيشتري در برنج هاي "ترانس ژن" توليد خواهد شد. گياهان C4 قادر به رشد در غلظت هاي كم CO_2 مثلاً ۱۰ پي پي ام هستند درحاليكه گياهان C3 نيازمند غلظت هاي بالاتري از CO_2 يعني ۵۰ پي پي ام مي باشند (۲).



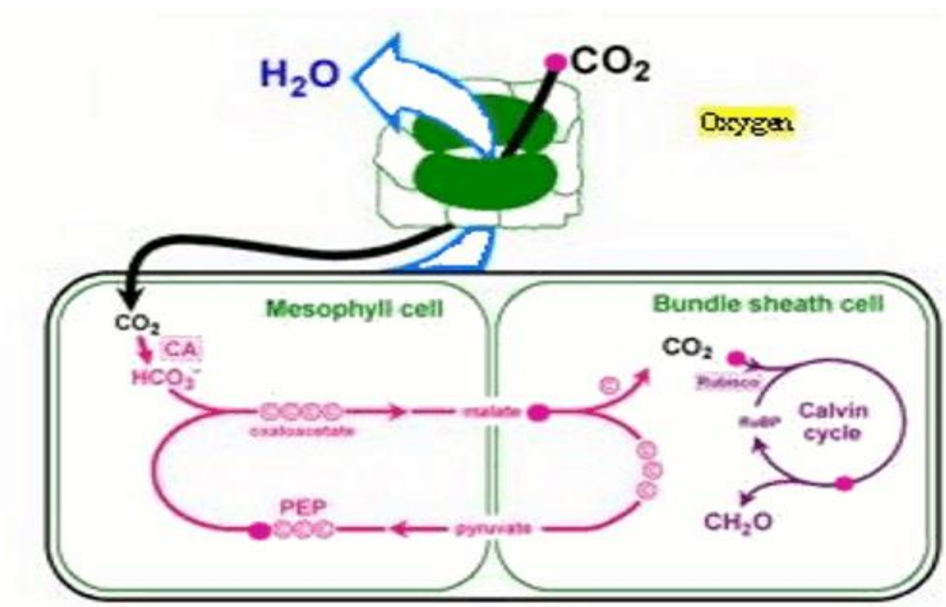
برنج C4 بخوبي مي تواند تهديد جهاني گرم شدن محيط زيست، شرايط خشكي، محدوديت عنصر نيتروژن، محدوديت فراهمي رطوبت و محدوديت CO2 را بخوبي تحمل نمايد. پرورش برنج C4 مي تواند زيان تغييرات اقليمي بر توليدات كشاورزي را كاهش دهد و بر افزايش ميزان تثبيت زيستي
(biosequestration) دي اكسيد كربن بيفزايد. گياهان C4 به تثبيت زيستي بيشتري بصورت بيوماس به ازاي هر واحد CO2 مي پردازند. محققين IRRI معتقدند كه توليد برنج C4 نيازمند يك دوره تحقيقات ۲۰-۱۵ ساله است تا بدينگونه به افزايش ۵۰ درصدي عملكرد نسبت به برنج هاي C3 فعلي دست يازند (۲).



فقراي شهري، روستائيان فاقد زمين و كشاورزان بدون شاليزار همگي از مشتريان محصول برنج هستند و در صورت افزايش توليدات برنج و نتيجتاً كاهش بهاي آن مستفيض خواهند شد و همچنين فرصت هاي بيشتري براي بخش هاي خدماتي و صنايع مربوطه خلق مي گردد. توليد محصول برنج بيشتر با تعداد كارگران كمتر توسط برنج C4 موجب بهبود وضعيت اقتصادي كشورها و حركت آنها بسوي صنعتي شدن مي گردد زيرا هيچ كشوري تاكنون بدون كاهش معني دار نيروي انساني از بخش كشاورزي نتوانسته است به وضعيت اقتصادي بالاتري نائل آيد.
موفقيت هايي كه در سال هاي اوليه پس از انقلاب سبز حاصل آمدند، براي مدتي با توقف عملكرد برنج مصادف گرديدند كه اين موضوع باعث تعويق روند فقرزدايي شد. ايجاد برنج هاي C4 مي تواند متعاقباً بر عملكرد شاليزارها بيفزايد و بدينطريق موجب كاهش فقر موجود در جوامع برنجكار جهان شود (۲).

مشکلات و الزامات برنج C4 :

امروزه در حدود یک میلیارد از مردم جهان با درآمدی کمتر از یک دلار در روز امرار معاش می کنند درحالیکه نیمی از آنرا صرف تأمین مواد غذایی می نمایند. بعلاوه در حدود ۸۵۴ میلیون نفر از مردم جهان همواره گرسنه هستند و روزانه در حدود ۲۵۰۰۰ نفر از آنان بواسطه گرسنگی محض تلف می گردند.
در حدود ۶۰ درصد از ساکنین زمین در قاره آسیا زندگی می کنند و هر هکتار از اراضی شالیکاری منطقه موظف به تولید مواد غذایی برای ۲۷ نفر است ولیکن هر هکتار از این اراضی در سال ۲۰۵۰ میلادی وظیفه تأمین ۴۳ نفر را بر عهده خواهد داشت.
تغییرات اقلیمی با روند کنونی احتمالاً باعث افزایش بیشتری در تفاوت های آب و هوایی خواهند شد و نتیجتاً الگوهای اقلیمی موجود جهان را با شرایط نامساعدتری مواجه می سازند. امروزه کمبود آب بشدت در حال افزایش است. بعلاوه افزایش تقاضا برای سوخت های زیستی (biofuel) باعث رقابت جهت استفاده از غلات بمنظور تولید سوخت یا غذا گردیده است که نتیجه ای بجز افزایش قیمت آنها ندارد (۳).

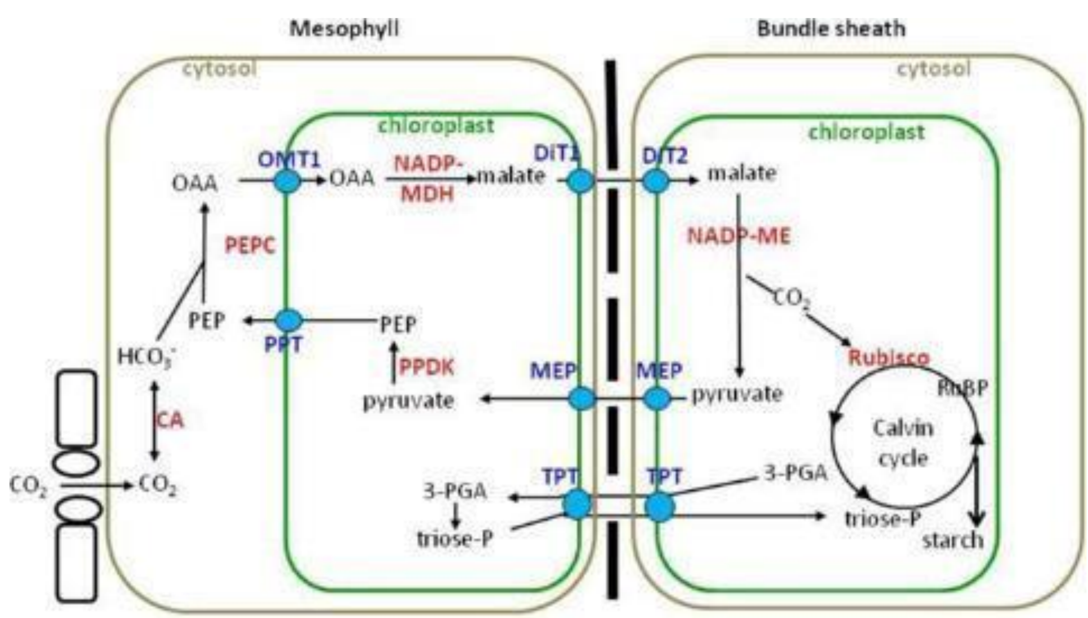


در حال حاضر بیش از ۷۵ درصد مردم جهان در شهرها زندگی می کنند لذا نیازمند تدارک غذای کافی در مزارع و انتقال مداوم آنها به مراکز عمده مصرف می باشند درحالیکه رشد تولیدات غذایی بکندی صورت می پذیرند. ارقام موجود و منتخب برنج که نقش بیشتری در تدارک مواد غذایی برای میلیون ها نفر از مردمان فقیر را در قاره آسیا بر عهده دارند، به سرحد نهایی عملکرد خویش رسیده اند و بنظر می رسد که از ماهیّت درونی تمامی ژن های مرتبط با عملکردشان استفاده شده باشد. نهایتاً عملکرد ناکافی برنج به امنیت غذایی مناسب منتهی نمی گردد و عملکرد کشاورزی ناپایدار ، نزول قابلیّت های محیطی و ناآرامی های اجتماعی بر این معضلات می افزایند. بنابراین چنین چرخه معیوب و ناقصي بايد با چرخه مؤثرتری جایگزین شود

بطوریکه بر میزان تولیدات غذایی افزوده گردد و امنیت غذایی بر جذابیت سرمایه گذاری در بخش تولیدات کشاورزی بیفزاید و بموازات از محیط زیست محافظت کافي بعمل آورد (۳).

اینک چه نوع تکنولوژی بطور همزمان می تواند از چنین معضلاتی بکاهد و از مصائبي که در انتظارمان است، جلوگیری نماید ؟

پژوهندگان مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI) راه حل این مشکل را در افزایش کارآیی فتوسنتزی گیاه برنج در راستای حداکثر بهره گیری از نور خورشید می دانند. خوشبختانه نمونه بارز چنین سیستمی را در فتوسنتز گیاهان C4 سراغ دارند لذا تبدیل برنج C3 به C4 آنچنانکه در ذرت ها رُخ می دهد، موجب افزایش عملکرد آنها خواهد شد و همزمان از منابع کمیاب (زمین، آب، کود) کمتری بهره برداری مي گردد ولیکن این قضیه نیازمند مهارت ها و تکنولوژی های مدرن و همکاری مؤسسات مربوطه می باشد. در این راستا مؤسسه IRRI اقدام به تشکیل کنسرسیوم جهانی برنج C4 در سال ۲۰۰۸ میلادی نموده است (۳).



برنج C4 : فرصتي براي پژوهش سيستم هاي بيولوژي :

مهندسي مسير فتوسنتزي C4 در گياهان C3 از پتانسيل قابل ملاحظه اي در افزايش عملكرد اين گياهان برخوردار مي گردد. كنترل ژنتيكي شكل ظاهري درگير در فتوسنتز گياهان C4 همچنان لاينحل مانده است آنچنانكه گاهاً موجب مطرح شدن اين سؤال مي گردد كه چرا مهندسي C4 تاكنون قرين موفقيت نبوده است ؟ دانشمندان معتقدند كه نسل آتي تكنولوژي ارائه دهنده فرصت هاي مطلوبي براي شفاف سازي امكان توسعه و تحوّل فرآيندهاي فتوسنتزي C4 خواهند بود (۸).

امروزه دو نظريه متضاد در مورد تكامل فتوسنتز C4 وجود دارند كه عبارتند از :

۱) نظريه تغيير مسير (Master switch)

۲) نظريه منفعت نهايي (Incremental gain)

دو نظريه مذكور خواهان اقدام به انجام ۲ استراتژي پژوهشي متفاوت به موازات همديگر هستند تا حداكثر موفقيت در مهندسي گياهان C3 به C4 حاصل آيد. در اين حالت ، پژوهش سيستم هاي بيولوژي مي تواند نقش محوري را در شناسايي و كنترل عناصر تنظيم و توسعه سيماي كلي گياهان C4 ، شناسايي ضروريات بيوشيميايي و نيازهاي آناتوميكي جهت دستيابي به كارآيي فتوسنتزي ، شفاف سازي مكانيزم هاي ژنتيكي سيستم C4 و نهايتاً شناسايي مسيرهاي پابرجا بمنظور مهندسي برنج چهار كربنه بر عهده گيرد. پروژه برنج C4 بعنوان يك پروژه علمي ميان رشته اي مي تواند در زمره پژوهش هاي بنيادين و كاربردي توأمان محسوب شده و كشاورزي قرن ۲۱ ميلادي را رونق بخشد (۸).

پيشينه طرح برنج چهار كربنه :

کشاورزی از مبانی ناگسستنی و جدائی ناپذیر اجتماعات انسانی است ولیکن تولیدات کشاورزی وابسته به فراهمی: زمین ، آب ، اقلیم ، مدیریت و پژوهش های مربوطه می باشد. فقط ۲۹ درصد سطح کره زمین را خشکی ها تشکیل می دهند و تنها کمی بیش از 1/3 آن برای کشاورزی مناسبند و مابقی در تصرف : برف و یخ ، بیابان ها ، جنگل ها و کوهستان ها می باشند که برای کشاورزی شایسته نیستند. گواینکه در بسیاری از موارد فقط ۱۰ درصد از اراضی سطح زمین از نظر شرایط اقلیمی و توپوگرافی برای تولید مواد غذایی توسط بشر مناسبت دارند.

امروزه ۷۵ درصد از جمعیت ۶/۶ میلیارد نفری کره زمین در کشورهای در حال توسعه زندگی می کنند یعنی مناطقی که بیشترین میزان فقرا در آنجا تمرکز یافته اند. بهر حال وسعت شالیزارها بواسطه توسعه صنایع و شهرها مداوماً کاهش می یابند و از کیفیت خاک ها بتدریج کاسته می گردد. اینك تمامی عوامل متناقض در جهت کاهش تولید برنج تقویت می گردند بطوریکه سطح تولید این محصول به شدّت محدود گردیده است (۴).

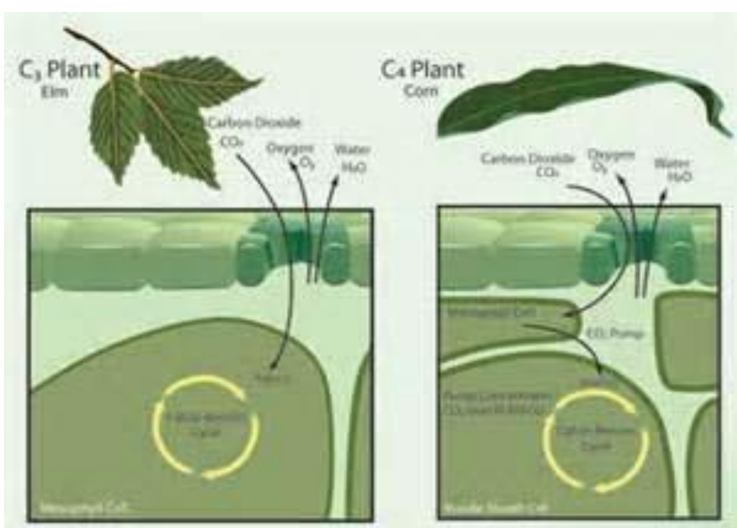
گیاهان با استفاده از تشعشع خورشید به رشد و نمو می پردازند و ضمن آن برگ ها ، ریشه ها ، ساقه ها ، گل ها و بذرها در اثر فرآیندی موسوم به فتوسنتز توسعه می یابند. گیاه برنج با سیستم فتوسنتزي موسوم به C3 در قیاس با گیاه ذرت با سیستم فتوسنتزي C4 داراي كارآيي كمتري در استفاده از نور خورشید است و

محصول نازل تري توليد مي كند. تبديل گياهان C3 به C4 درگير با مرتب سازي مجدد ساختار سلولي برگ ها و افزايش كارآيي آنزيم هاي متفاوتي است كه در فرآيند فتوسنتز دخيل مي باشند. اگر چه تمامي تركيبات لازم براي فتوسنتز C4 اينك در گياه برنج موجودند وليكن آنها توزيع متفاوتي دارند و بخوبي فعال نيستند(۴).

«جدول۱) نقشه راه پروژه توليد برنج C4 در IRRI (۴):»

مراحل طرح	۱	۲	۳	۴
مدت	۳ سال	۳ سال	۵ سال	۴ سال
اهداف	*- كشف ژن و ابزارهاي مولكولي قابل توسعه **- خصوصيات قابل كنترل	تبديل برنج C3 به حالت آناتومي كرانز با آنزيم هاي متابوليسم C4	بهينه سازي اعمال برنج ترانس ژن C4	تلاقي برنج ترانس ژن C4 با واريته هاي محلي مطلوب

هزينه اين پروژه در حدود ۵ ميليون دلار در هر سال برآورد گرديده لذا بنياد "Bill & Melinda" مبلغ ۱۱/۱ ميليون دلار به مؤسسه IRRI در سال ۲۰۰۸ ميلادي براي ۳ سالۀ مرحله اول طرح اهدا نموده است(۴).



محاسبات نشان مي دهند كه نسبت هزينه به سودمندي طرح برنج C4 احتمالاً مشابه طرح توليد ارقام پاكوتاه كودپذير (dwarf) در ضمن انقلاب سبز اول مي باشد كه به موجب آن صدها ميليون از مردم در فقيرترين مناطق جهان منفعت يافتند. درج مسير فتوسنتزي C4 در گياه برنج مي تواند موجب افزايش عملكرد بميزان ۵۰ درصد، افزايش كارآيي مصرف آب بميزان دو برابر و كاهش مصرف كودها گردد درحاليكه هيچگونه مكانيزم تحوّل ديگري نبايد در جهت افزايش سودمندي گياه برنج به آن افزوده گردد. محققين اميدوارند كه فقرزدايي با گسترش سيستم C4 به ساير محصولات زراعي از جمله گندم كه در كشورهاي گرمسيري كشت مي يابند، تشديد گردد (۵).

اصلاح گياه برنج از طريق درج مسير C4 :

براي توليد مواد غذايي كافي جهت تغذيه جمعيت زمين كه در سال ۲۰۵۰ ميلادي به مرز ۹ ميليارد نفر خواهد رسيد لزوماً بايد عملكرد محصولات زراعي از جمله برنج بميزان ۶۰ درصد افزايش يابند. برنج ماده غذايي اصلي بيش از نيمي از جمعيت جهان را تشكيل مي دهد گواينكه جمعيت مصرف كننده برنج نيز بطور سالانه ۱/۱ درصد فزوني مي پذيرد. افزايش جمعيت كره خاكي بمعني بالا رفتن تقاضا براي مواد غذايي ، آب و زمين در زماني است كه منابع طبيعي مورد نياز براي كشاورزي در حال نزول كيفيت و تخريب مي باشند و بسياري از اراضي زراعي نيز به تخصيص محصولات توليدي جهت بر آوردن نيازهاي صنعتي و توليد سوخت هاي زيستي پرداخته اند. تغييرات اقليمي غير قابل پيشبيني نظير وقوع خشكي و سيلاب موجب تخريب اراضي كشاورزي و كاهش توليد مواد غذايي مي شوند. بموازات افزايش جمعيت و تغييرات اقليمي جهاني بر مشكلات توليد محصولات غذايي افزوده مي گردد لذا اصلاح محصولات گياهي بويژه غلات همگام با رشد جمعيت ضروري مي نمايد (۶).

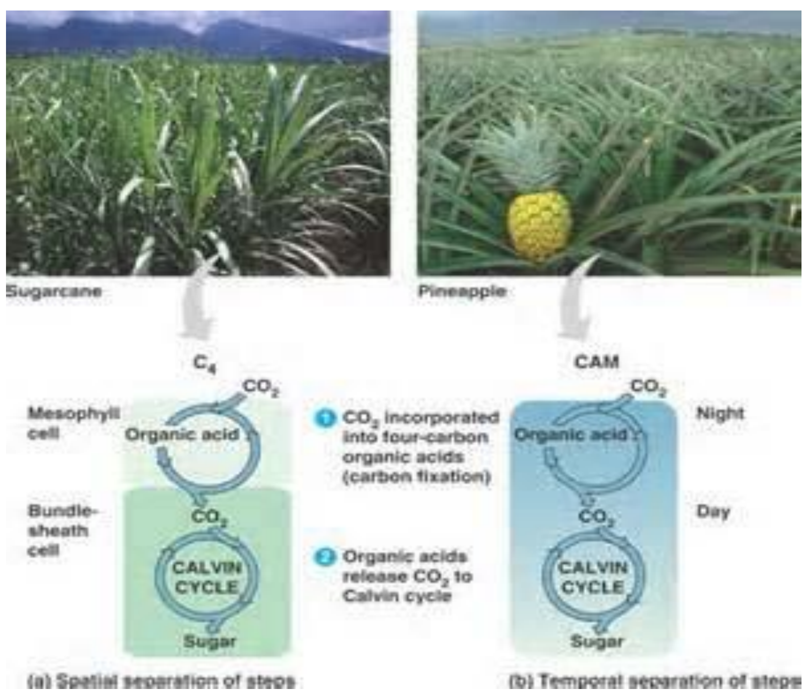
آنزيم "روبيسكو" موجب تسريع شكست اكسيداسيوني "ريبولوز ۱و۵ بي فسفات" (RUBP) در يك فرآيند مازاد موسوم به "تنفس نوري" (photorespiration) مي شود كه موجب اتلاف بيش از ۲۵ درصد كربن تثبيت شدۀ گياهان مي گردد. دماهاي بيش از ۳۰ درجه سانتيگراد كه در مناطق گرمسيري دنيا وقوع مي يابند، بر سرعت اكسيداسيون آنزيم "روبيسكو" مي افزايد و متعاقباً از كارآيي فتوسنتز گياهان C3 بميزان بيش از ۴۰ درصد مي كاهد لذا فتوسنتز گياه برنج در مناطق گرم استوايي ناكارآمد مي شود.
متقابلاً گياهان C4 كه داراي مكانيزم تغليظ CO_2 در داخل برگ ها هستند، از مقدار تنفس نوري به شدت مي كاهند. آنها براي شرايط گرم و خشك بخوبي تكامل يافته اند و از استراتژي هاي مناسبي بهره مي برند. شيوه فتوسنتزي C4 يكي از ۳ نوع مكانيزم بيوشيميايي مورد استفاده گياهان در تثبيت CO_2 اتمسفر و موفق ترين آنها مي باشد. ساير روش هاي فتوسنتزي عبارت از C3 و CAM (كراسولاسه اسيد متابوليسم) هستند (۶).

فتوسنتز C4 بيش از ۶۶ دفعه بصورت مستقل در ۱۹ خانواده گياهي در طي تكامل نهاندانگان (Angiosperm) از اجداد گياهان C3 بوقوع پيوسته و ساختار سلولي ، بيوشيمي و توسعه برگ ها را بصورت كنوني به ارث برده است. اين نوع خاص از فتوسنتز ضرورتاً به توسعه مكانيزم تغليظ CO_2 بر محوريت آنزيم "روبيسكو" پرداخته وليكن عمل "اكسيژناز" آنرا حذف نموده است تا بدينگونه از تلفات انرژي

در ضمن تنفس نوري بكاهد. "روبيسكو" در گونه هاي C4 از كارآمدي بيشتري در قياس با گونه هاي C3 در مقوله "كربوكسيلاسيون" (carboxylation) دي اكسيد كربن برخوردارند (۶).

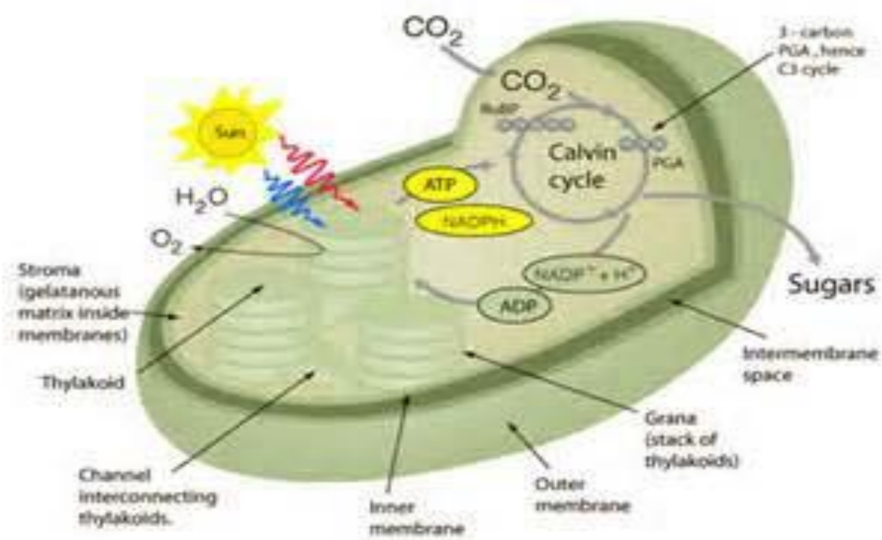
از ديگر فوايد سيستم C4 اينكه بر كارآيي مصرف آب افزوده مي گردد زيرا:
الف) غلظت و شيب توزيع CO2 از طريق بسته شدن نسبي روزنه هاي سطح برگ حفظ مي گردد.
ب) كارآيي مصرف تشعشع خورشيد افزايش مي يابد زيرا گياهان C4 در نورهاي شديد ديرتر به اشباع نوري مي رسند.
پ) افزايش كارآيي مصرف نيتروژن بواسطه كاهش نياز به "روبيسكو"
ت) گياهان C4 پتانسيل توليد بالاتري در دماهاي گرم تر دارند (۶).

شيوه فتوسنتزي C4 بسيار پيچيده است و بسياري از عوامل كنترل كنندۀ مكانيزم آن تاكنون بخوبي شناخته نشده اند لذا براي بكارگيري در گياهان C3 نيازمند متخصصيني از رشته هاي : مهندسي ژنتيك ، بيوشيمي ، انفورماتيك زيستي ، بيولوژي مولكولي ، فتوسنتز ، بيولوژي سيستم ها ، فيزيولوژي ، اصلاح نبات و متابوليسم سلولي (metabolomics) مي باشد. بدين منظور در كنسرسيوم جهاني برنج C4 به بررسي نظريات و استقراريابي طرح پرداخته شد و مقرر گرديد كه عمليات اجرايي مهندسي برنج C4 از سال ۲۰۰۹ ميلادي آغاز گردند (۶).



تعداد و اندازه کلروپلاست هاي غلاف آوندي برنج C4 :

بيش از ۹۰ درصد کل کلروپلاست هاي گياه برنج در سلول هاي مزوفيل (MCs) برگ ها جا دارند درحاليکه هم سلول هاي مزوفيل و هم سلول هاي غلاف آوندي (BSCs) در گياهان C4 داراي تعداد مساوي از کلروپلاست ها هستند. اين موضوع از اين نظر اهميّت دارد که تمامي فرآيند فتوسنتز گياهان C3 در سلول هاي مزوفيل رُخ مي دهد درحاليکه فرآيند فتوسنتز گياهان C4 در سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي تقسيم شده است. سلول هاي مزوفيل گياهان چهار کربنه ابتدا به تثبيت CO2 بصورت يك ترکيب ۴ کربنه بنام "اگزالو استات" مي پردازند سپس آنرا تبديل به اسيدهاي آلي ۴ کربنه اي مثل "مالات" مي نمايند تا از سلول هاي مزوفيل به سلول هاي غلاف آوندي منتقل گردند و تداوم آسيميلاسيون دي اکسيد کربن به کربوهيدرات ها از طريق سيکل کلوين (Calvin cycle) در سلول هاي غلاف آوندي پيگيري گردد. بنابراين سلول هاي غلاف آوندي گياهان C4 بر خلاف گياهان C3 داراي عملکرد فتوسنتزي همانند "دکربوکسيلاسيون" (decarboxylation) ترکيبات چهار کربنه و فرآيند چرخه کلوين است. سلول هاي غلاف آوندي در گياهان C4 براي انجام اين فرآيندها بزرگتر گرديده اند و کلروپلاست هاي بيشتري دارند لذا سلول هاي غلاف آوندي داراي فعاليت فتوسنتزي بيشتري مي باشند (۶).



سلول هاي غلاف آوندي در گونه هاي C4 مسئوليت اَعمال زير را دارند :

۱) تعادل فشار هيدروليکي
۲) جلوگيري از ورود هوا از فضاهاي بين سلولي به داخل آوندهاي چوبي
۳) تدارك آب ذخيره اي براي خنثي سازي تلفات آب ناشي از تعرق
۴) اجازه ورود و پخش شدن نور شديد بطوريکه به رگبرگ هاي داخل برگ ها اصابت نمايند.
۵) انتقال نيتروژن ، سولفور و کربوهيدرات
۶) علامت دهي (signaling) مسيرهاي گسترش (۶).

سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي در گونه هاي C4 در انجام فتوسنتز دو مرحله اي همكاري مي نمايند. نتيجتاً گياهان C4 براي اطمينان از يك تماس مستقيم بين سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي داراي نوع ويژه اي از آناتومي ضميمه از طريق تكثير كلروپلاست ها در سلول هاي غلاف آوندي شده اند. براي انتقال مسير C4 در گياه برنج به كلروپلاست هاي فتوسنتزي بيشتري در سلول هاي غلاف آوندي نسبت به گياه برنج معمولي نياز مي باشد. اينكار مي تواند از طريق مواد ژنتيكي مسئول توسعه كلروپلاست ها از جمله ژن هاي "Golden2-Like" يا "GLK" در يك نوع سلول ويژه با استفاده از ژن هاي ترقي دهندۀ C4 نظير "فسفو اينول پيرووات كربوكسيلاز" (PEPC) از گياه ذرت براي سلول هاي مزوفيل و "فسفو اينول پيرووات كربوكسي كيناز" (PCK) از گياه علف چمني "زويژا" با نام علمي "Zoysia japonica" براي سلول هاي غلاف آوندي برگ هاي برنج انجام پذيرند (۶).

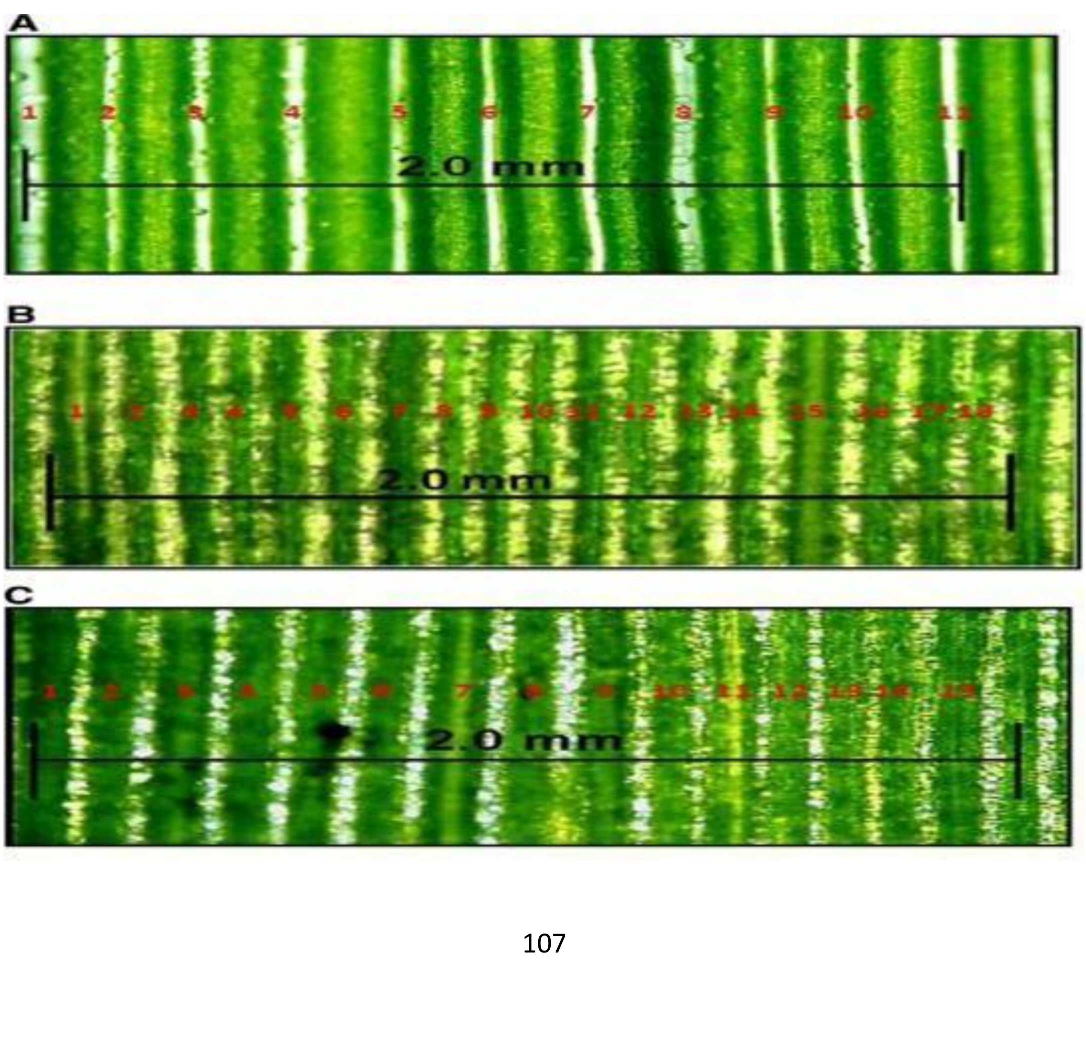
تفاوت هاي آناتومي برگ هاي C3 و C4 :

سلول هاي مزوفيل برنج مملو از كلروپلاست ها هستند بطوريكه ۹۰ درصد كل كلروپلاست هاي گياه مذكور را تشكيل مي دهند وليكن سلول هاي غلاف آوندي حاوي تعداد كمتري از كلروپلاست ها مي باشند كه كمتر از ۱۰ درصد كل كلروپلاست هاي موجود در برگ هاي برنج را تشكيل مي دهند. كلروپلاست ها در برگ هاي گياهان C4 بصورت يكسان در سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي مستقرند. ژن هاي گروه "GLK" به كدكردن نسخه هسته اي فاكتورهايي مي پردازند كه مسئول توسعه كلروپلاست در گياه "رشادي" يا "شاهي گوش موشي" (Arabidopsis) ، ذرت و خزه "Physcomitrella patens" مي باشند.

ژن هاي "GLK" در تمامي گياهان مذكور بصورت زوج هاي "هومولوگ" (homologous) با نام هاي "GLK1" و "GLK2" حضور دارند. ژن هاي "GLK" در خزه و گياه "رشادي" مازاد محسوب شده و وظايف يكساني برعهده دارند درحاليكه در سورگوم و ذرت مسئول توسعه كلروپلاست هاي دو شكلي (dimorphic) هستند. ژن "Golden2 (G2)" و نسخه هومولوگ آن يعني "ZmGLK1" بترتيب در سلول هاي غلاف آوندي و مزوفيل تجمع مي يابند و نقش خاص خويش را در تمايز كلروپلاست هاي دو شكلي بازي مي نمايند (۶).

فضاي بين رگبرگي و تراكم رگبرگ ها در گياهان C4 :

فتوسنتز گياهان C3 در سلول هاي مزوفيل برگ انجام مي گيرد. تعداد زياد سلول هاي مزوفيل مابين رگبرگ هاي مجاور باعث فشار بر رگبرگ هاي مذكور گرديده و آنها را از همديگر دور مي سازند لذا فاصله بين رگبرگ ها افزايش مي پذيرد و از تراكم رگبرگ ها در برگ كاسته مي شود. تعداد رگبرگ ها در هر ميليمتر مربع برگ هاي برنج C3 كمتر از ۶ عدد هستند درحاليكه تعداد رگبرگ ها در هر ميليمتر مربع برگ هاي گياهان C4 از جمله "دُم روباهي" و سورگوم بيش از ۷ عدد مي باشند. برگ هاي گياهان C4 بطور متوسط داراي ۲ سلول مزوفيل در بين رگبرگ ها هستند درحاليكه برگ هاي گياهان C3 بطور متوسط داراي ۳ سلول مزوفيل در بين رگبرگ ها مي باشند. تراكم بيشتر رگبرگ ها در برگ هاي گياهان C4 موجب نسبت ۱:۱ بافت مزوفيل و غلاف آوندي مي گردد (۶).



آناتومي داخلي برگ گياهان C4 داراي الگوي تكراري زير است :
« رگبرگ – غلاف آوندي – مزوفيل – مزوفيل – غلاف آوندي – رگبرگ ».
سلول هاي غلاف آوندي توسط سلول هاي مزوفيل به شكل يك ساختار حلقوي (wreath) احاطه شده اند و طبق نظر گياهشناس آلماني بنام "G.Haberlandt" موسوم به "آناتومي كرانز" (Kranz anatomy) شده اند. سلول هاي غلاف آوندي گياهان C4 داراي سيتوپلاسم متراكم بوده و مملو از كلروپلاست هاي درشت هستند (۶).

براي كارآيي عمل سيستم C4 بايد تماس نزديكي بين سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي برقرار باشد لذا آنها از طريق تعداد زيادي از مجاري "دينگلر" (plasmodesmata Dengler) بخوبي در تماس هستند.
"آناتومي كرانز" داراي كمترين تفاوت در تمامي اعقاب تك لپه اي ها و دو لپه اي هايي است كه از سيستم دو شكلي سلولي در فتوسنتز C4 بهره مي گيرند. مطالعات موضوع آناتومي و مورفولوژي برگ آشكار ساخته است كه چندين ژن مسئول رشد ، نمو و يا تغيير شكل سلولي در برگ ها هستند. بطور مثال ژن " Acaulis 1" مسئول طويل شدن سلول هاي برگ مي باشد و ايجاد جهش در برگ هاي حلقوي (curley leaf) يا "CLF" موجب ظهور برگ هاي خميده و منحني در گياه "رشادي" مي گردد. افزايش رگبرگ هايي با انتهاي آزاد ، شبكه رگبرگي الگوي باز و برگ هايي با حاشيه مدوّر در اثر ژن "rotunda 1 (RON 1)" حادث مي شوند. بروز جهش در ژن "Scarecrow" در گياه ذرت نشاندهنده افزايش تعداد سلول هاي آوندي ، تمايز غيرعادي كلروپلاست غلاف آوندي، كاهش رگبرگ هاي ريز و تغيير تراكم رگبرگي هستند. اين مطالعات نشان مي دهند كه الگوي رگبرگ غيرعادي در اثر جهش ژن هاي مطلوب منجر به توليد "آناتومي كرانز" شده است (۶).

بررسي هاي اخير نشانداده اند كه درج كروموزوم هاي ذرت در يولاف موجب افزايش اندازه سلول هاي غلاف آوندي و كاهش فواصل بين رگبرگ ها در برگ هاي گياه C3 يولاف گرديده كه بيانگر امكان تغيير پذيري آناتومي برگ در گياهان C3 مي باشد. بعلاوه كوشش هايي در جهت غربالگري ميوتانت هاي گياه C4 سورگوم حائز افزايش فاصله بين رگبرگ ها و ميوتانت هاي گياه C3 برنج حائز كاهش فواصل بين رگبرگ ها صورت پذيرفته اند تا ژن هاي كنترل كنندۀ خصيصه فواصل بين رگبرگ ها بخوبي شناسايي گردند. برنج در قياس با گياهان C4 نظير سورگوم و "دُم روباهي" داراي تراكم رگبرگي كمتري است (۶).

سيكل كلوين در گياهان C3 و C4 :

فتوسنتز گياهان C4 بواسطه مكانيزم پمپ كردن CO2 متمايز است و باعث افزايش غلظت دي اكسيد كربن در محل "روبيسكو" مي گردد. ميزان بالاي CO2 در محيط "روبيسكو" موجب كاهش "تنفس نوري" و افزايش آسيميلاسيون دي اكسيد كربن در راستاي افزايش كارآيي فتوسنتز "وبر و وان" (Weber & Von) مي شود. آسيميلاسيون دي اكسيد كربن در گياهان C4 براي حصول فتوسنتز بالاتر از طريق توزيع در سلول هاي مزوفيل و غلاف آوندي صورت مي پذيرد بنابراين تثبيت كربن در گياهان C4 بستگي به ژن هاي مولد سلول هاي خاص و منطقه بندي آنها دارد (۶).

"اكسالو استات" حاصل از مرحله اول فتوسنتز گياهان چهار كربنه بدواً تبديل به "مالات" (malate) يا "اسپارتات" (aspartate) مي شود آنگاه به غلاف آوندي انتقال مي يابد تا "دكربوكسيله" گرديده و CO2 آزاد نمايد. دي اكسيد كربن آزاد شده توسط آنزيم "روبيسكو" مجدداً تثبيت مي شود و ضمن فعاليت هاي چرخه كلوين در غلاف آوندي به قند تبديل مي گردد.
با توليد برنج C4 از فعاليت آنزيم "روبيسكو" در سلول هاي مزوفيل بميزان زيادي كاسته گرديده وليكن فعاليتش در غلاف آوندي افزايش مي پذيرد. از جانب ديگر ، برخي ژن هاي كُد كنندهٔ آنزيم هاي C4 نظير "بتا كربونيك ان هيدراز" (CA) و "PEPC" در "سيتوزول" (Cytosol) يا مايع درون سلولي (ماتريكس سيتوپلاسمي) گسترش مي يابند تا تثبيت دي اكسيد كربن را تسهيل نموده و CO2 را با غلظت بيشتر تحويل "روبيسكو" در غلاف آوندي نمايند (۶).

تنفس نوري در مزوفيل برنج C4 :

تثبيت كربن و سيكل كلوين در گياهان C3 در سلول هاي مزوفيل انجام مي پذيرند. "ريبولوز ۱و۵ بي فسفات" (RUBP) كه يك تركيب ۵ كربنه است، در ضمن تثبيت كربن توليد مي گردد سپس با كاتاليزوري آنزيم "ريبولوز ۱و۵ بي فسفات كربوكسيلاز اكسيژناز" موسوم به "روبيسكو" و مشاركت CO2 به توليد تركيبي سه كربنه موسوم به "۳ فسفو گليسرات" (3-PGA) مي انجامد. دو مولكول "PGA" در ضمن سيكل كلوين به مولكول پُر انرژي قند "تريوز فسفات" و "RUBP مجدد" جهت ادامه چرخه كلوين تبديل مي گردد.
"روبيسكو" در غلظت عادي از دي اكسيد كربن اتمسفر به كاتاليزوري RUBP و O2 مي پردازد و نتيجتاً يك مولكول "۲ فسفو گليكولات" و يك مولكول "3-PGA" توليد مي شود. مولكول "۲ فسفو گليكولات" ضمن واكنشي موسوم به تنفس نوري در طي يكسري از واكنش هاي بيوشيميايي مجدداً به 3-PGA تبديل مي گردد. اين فرآيندها به تلف شدن مقداري از كربن و نيتروژن تثبيت يافته و مقاديري انرژي منجر مي شوند(۶).

گياهان C4 داراي مكانيزم هايي براي محدود ساختن موقعيت و فعاليت هاي "روبيسكو" در سلول هاي غلاف آوندي هستند. سلول هاي مزوفيل از تماس "روبيسكو" در غلاف آوندي با O2 موجود در فضاهاي بين سلولي جلوگيري مي كنند لذا از تلفات انرژي در اثر تنفس نوري ممانعت بعمل مي آورند. حذف تنفس نوري در گياهان C4 نشاندهندهٔ نقطه جبران CO2 در حد بسيار پائين نزديك صفر و "كارآيي كربوكسيلاسيون"

(CE) بدون واكنش به تغييرات غلظت O_2 مي باشد. متقابلاً "نقطه جبران" (compensation point) با تغييرات غلظت اكسيژن در گياهان C3 از ۲۱-۲ درصد بنحو معني داري از ۵۵-۳۰ پي پي ام كاهش مي يابد (۶).

يك روش براي كاهش تنفس نوري در سلول هاي مزوفيل از طريق كاهش پروتئين "گليسين دي كربوكسيلاز" (GDC) در سلول هاي مزوفيل و محدود نمودن تجميع آنها در سلول هاي غلاف آوندي است زيرا "دكربوكسيلاسيون گليسين" در سلول هاي غلاف آوندي رُخ مي دهد.
روش ديگر موفقيت در دريافت CO_2 آزاد شده در ضمن تنفس نوري از طريق انتقال مسير تجزيه "گليكولات" باكتري "اشرشيا كولي" به كلروپلاست گياه "رشادي" (Arabidopsis thaliana) مي باشد بطوريكه "گليكولات" در كلروپلاست بطور مستقيم به "گليسرات" تبديل مي گردد. اين استراتژي موجب كاهش تنفس نوري و افزايش فتوسنتز در گياه "رشادي" مي گردد (۶).

نتايج توليد برنج چهار كربنه :

الف) افزايش كارآيي مصرف آب :
برنج C4 به آب كمتري نيازمند است زيرا بدينطريق تلفات آب كاهش يافته و بر كارآيي مصرف آب (WUE) افزوده مي شود. گياهان C4 داراي روزنه هايي (استومات) در برگ ها هستند كه تا حدودي در ضمن روزهاي خيلي گرم بسته مي گردند. آنها همچنين CO_2 بيشتري به ازاي هر واحد تلفات آب جذب مي نمايند. گياهان C4 چنين توانايي هايي را بواسطه "بخش بندي" (compartmentalize) و تغليظ (concentration) دي اكسيد كربن بروز مي دهند كه در سلول هاي غلاف آوندي وقوع مي يابند (۵).

ب) افزايش كارآيي مصرف نيتروژن :
برنج C4 مي تواند به افزايش كارآيي مصرف نيتروژن تا ميزان ۳۰ درصد بينجامد زيرا گياه نيازهاي كمتري به آنزيم "روبيسكو" دارد كه موجب تثبيت CO_2 در قالب قندها مي شود. در اثر نياز كمتري كه به "روبيسكو" براي تثبيت مقادير مشابهي از CO_2 وجود دارد آنگاه برنج C4 با آنزيم هاي كمتري مي تواند به همان مقدار توليد دست يابد كه به معني نيازمندي به نيتروژن كمتر است. آنزيم ها و پروتئين ها حاوي حدوداً ۱۵ درصد نيتروژن مي باشند (۵).

پ) پيامدهاي فيزيولوژيكي توليد برنج C4 :
برنج هاي "ترانس ژن" به مانند ذرت ها داراي آنزيم هاي "فسفو اينول پيرووات كربوكسيلاز" (PEPC) و "پيرووات اورتو فسفات دي كيناز" (PPDK) هستند كه موجب افزايش ظرفيت فتوسنتزي (بيش از ۳۵ درصد) در قياس با گياهان غير "ترانس ژن" مي گردند. افزايش ظرفيت فتوسنتزي در اين گياهان اصولاً مبتني بر افزايش هدايت روزنه اي و افزايش غلظت CO_2 دروني مي باشد. گياهان بطور همزمان به سطوح بالايي از هر دو آنزيم مذكور مي پردازند و در نتيجه به ظرفيت فتوسنتزي بيشتري دست مي يابند (۱).
نتايج تحقيقاتي نشان مي دهند كه آنزيم هاي PEPC و PPDK نقش كليدي را براي متابوليسم اسيدهاي آلي در سلول هاي محافظ روزنه در راستاي تنظيم باز شدن استومات ها بر عهده دارند. بوته هاي برنج "ترانس

ژن" در تحت شرايط "محدوديت هاي نوري" (photo-inhibitory) و "اكسيداسيون نوري" (photo-oxidative) قادر به حفظ سرعت فتوسنتزي بالاتر منتج به عملكرد فتوسنتزي بيشتر توسط "فتوسيستم ۲" (PS II) و ظرفيت افزون تر براي توزيع انرژي هاي مازاد فتوشيميايي و غير فتوشيميايي در قياس با گياهان غير "ترانس ژن" مي باشند (۱).

اطلاعات حاصل از آزمايشات مزرعه اي نشان مي دهند كه ميزان عملكرد دانه در گياهان "ترانس ژن" حاوي PEPC بميزان ۲۰-۱۰ درصد و در گياهان "ترانس ژن" حاوي PPDK بميزان ۳۵ درصد بيشتر از گياهان عادي بوده اند كه عمدتاً بواسطه افزايش پنجه دهي مي باشند. جمع بندي نتايج نشان مي دهند كه ايجاد آنزيم هاي فتوسنتزي در گياه برنج به پتانسيل بالاتري در راستاي افزايش تحمل به تنش ها ، ظرفيت فتوسنتزي و عملكرد دانه منجر مي گردند (۱).

مدل هاي مختلف فتوسنتزي نشاندهنده افزايش كارآيي مصرف آب و نيتروژن و همچنين ساير ملزومات توليد بميزان ۵۰-۳۰ درصد در مقايسات بين برنج و ذرت هستند (۵).

منابع و مآخذ :

1) Goode , Jamie.A & et al – 2007 – Introduction of gene encoding C4 photosynthesis enzymes into rice plants : Physiological consequences – Novartis Foundation Symposium 236 ; Rice Biotechnology : Improving Yield , Stress Tolerance and Grain Quality

2) GRM – 2009 – C4 rice – Growth Revolution Magazine ; http://growthrevolutionmag.wordpress.com

3) IRRI – 2012 – Why C4 rice – http://irri.org

4) IRRI – 2012 – What is C4 rice ? – http://irri.org

5) IRRI – 2012 – Science of C4 rice – http://irri.org

6) Karki , Shanta & et al – 2013 - Improvement of photosynthesis in rice (Oryza sativa L.) by inserting the C4 pathway – Rice ; a springeropen Journal , http://www.thericejournal.com/center/6/1/28

7) Mediawiki – 2011 – C4 Rice – http://cropwiki.irri.org

8) Xin.Guang Zhu – 2010 – C4 rice : an idial arena for systems biology research – Journal of Integrative Plant Biology ; Volume 52 , Issue 8 , pages 762-770

9) http://www.merriam-webster.com/dictionary

10) http://farsilookup.com

" برنج طلايی " ؛
" Golden rice "

مقدّمه :

برنج غذاي عمده نيمي از جمعيت جهان است و در كشورهايي نظير ويتنام و بنگلادش تأمين كننده 2/3 كل كالري روزانه مردم مي باشد. در حدود 1/5 كل كالري نوع بشر از برنج تأمين مي گردد. در بسياري از كشورهايي كه برنج غذاي عمده مردم را تشكيل مي دهد ، عارضه كمبود ويتامين آ (VAD) فراگير مي باشد. گواينكه برنج سفيد بعنوان يك منبع انرژي مناسب مطرح است امّا از عناصر غذايي اندكي برخوردار مي باشد. در حقيقت بسياري از ساكنين مناطق برنج خيز بيش از ۸۰ درصد كالري روزانه را از طريق برنج تأمين مي كنند. دانه هاي برنج سفيد حاوي ويتامين آ نيستند امّا يك پياله از برنج طلايي مي تواند در حدود ۶۰ درصد نيازهاي روزانه افراد را به ويتامين آ تأمين نمايد. آزمايشگاه هاي ويژه مواد غذايي اعلام نموده اند كه مزه برنج حاصل از تكنولوژي مدرن كاملاً مشابه برنج هاي سنتي است (۵،۲).

برنج طلائي در حقيقت يك ارگانيزم تغييريافته ژنتيكي يا "GMO" (genetically modified) است كه از طريق غني سازي ژنتيكي (fortified) به توليد پيش ماده ويتامين آ يعني بتاكاروتن مي پردازد تا با عارضه كمبود ويتامين آ در مناطق فقير دنيا مبارزه نمايد. حدوداً ۵۰ درصد افرادي كه در اثر كمبود ويتامين آ دچار كوري مي شوند ، در طي ۲-۱ سال بعد از آن تلف مي گردند. تحقيقات نشان می دهند مهمترين مواردی كه باعث سوء تغذيه كودكان و مادران در جهان سوّم هستند شامل : ويتامين آ ، پروتئين و عنصر روي مي باشند. ارقام جديد برنج طلائي كه در سال ۲۰۰۵ ميلادي موسوم به برنج طلائي ۲ (GR 2) معرفي شده اند ، حاوي ۳ ژن دخيل در توليد و ذخيره بتاكاروتن هستند بطوريكه بتاكاروتن بيشتري در قياس با "GR 1" توليد مي كنند. برنج طلايي براي ۲ فصل رشد و در ۲ منطقه از كشور فيليپين طی سال ۲۰۱۲ ميلادي آزمايش گرديد و محصول بدست آمده توانست باعث بهبود سلامتي و كاهش بيماري هاي ساكنين مناطق مزبور شود(۱).

اين حقيقت همواره مطرح است كه مشكلات اجتماعی هر چند دشوار و پيچيده نيازمند راه حل های اجتماعی هستند وليكن تكنولوژی می تواند در اين راستا به ياری گرفته شود (۸).

برنج و کمبود ویتامین آ :

برنج عمده ترین غذاي نيمي از جمعيت بشر است بطوريکه اصلي ترين منبع انرژي بسياري از مردمان قاره آسيا بشمار مي آيد. برنج از نظر ويتامين ها و مواد معدني فقير مي باشد لذا افرادي که به آن بعنوان غذاي اصلي متکي هستند احتمالاً دچار کمبود ويتامين آ مي گردند. سازمان جهاني بهداشت (WHO) تخمين زده است که هر ساله ۲۵۰-۱۲۵ هزار کودك در اثر کمبود ويتامين آ (VAD) در جهان دچار کوري منتهي به مرگ مي گردند. سازمان مذکور عارضه کمبود ويتامين آ را عمده ترين عامل تهديد سلامتي بشر در کشورهاي فقير جهان مي داند (۳).

مطالعات مربوط به "هزينه جهاني بيماري ها" (Global Burden of Diseases) در سال ۲۰۱۰ ميلادي نشان مي دهد که سالانه بيش از ۱۱/۵ ميليون نفر در اثر VAD دچار ناتواني جسمي و کوتاهي عمر مي گردند. يکي از شيوه هايي که براي رفع کمبود ويتامين آ در کشورهاي در حال توسعه پيشنهاد گرديده است اينکه دو دفعه در سال به تمامي افراد جوامع فقير بخصوص کودکان ويتامين آ با دُز بالا داده شود. اين موضوع خواهان هزينه ها و نيروي انساني بسيار زيادي است. ضمناً اجراي آن در تمامي مناطق و براي کليه سنين جوامع مقدور نمي باشد. ساير محصولات حاوي بتاکاروتن عبارت از : هويج ، گوجه فرنگی ، گرمک و طالبی ، انبه ، کلم برگ ، خردل ، کلم بروکلی ، سبزيجات برگی و سيب زمينی شيرين مي باشند (۱،۳).

برنج طلايي بعنوان راه حل كمبود ويتامين A :

كمبود ويتامين آ بعبارتي VAD (vitamin A deficiency) هر ساله موجب كوري برگشت ناپذير ۵۰۰-۲۵۰ هزار نفر و مرگ بيش از ۲ ميليون نفر مي شود. كمبود ويتامين آ بويژه براي زنان باردار و كودكان بسيار مضر است. تخمين زده مي شود كه حدود ۱۹ ميليون زن باردار و ۱۹۰ ميليون كودك در جهان از كمبود ويتامين آ رنج مي برند. مطالعات نشان مي دهند كه برنج طلايي قابليت كاهش كمبود ويتامين آ را دارد. بررسي ها بيانگر اين هستند كه مصرف ۱۵۰-۱۰۰ گرم برنج طلايي پخته باعث برآورده شدن ۶۰ درصد ويتامين آ مورد نياز بدن انسان مي گردد. دانشمندان عقيده دارند كه قرار دادن برنج طلايي در ۲۰ درصد از رژيم غذايي كودكان و ۱۰ درصد رژيم غذايي زنان باردار و مادران شيرده مي تواند اثرات كمبود ويتامين آ را بميزان كافي بكاهد وليكن بدبختانه تصوّر نادرست عامه مردم درباره ارگانيزم هاي تغييريافته ژنتيكي يا GM (genetically modified) موجب ممانعت از دسترسي مردمان نواحي داراي كمبود ويتامين آ به برنج طلايي مي گردد (۱۰،۷).

بيش از ۸۰ درصد جمعيت فيليپين داراي مذهب كاتوليك هستند و آزمايشات مزرعه اي برنج طلايي نزديك به اتمام است وليكن رهبران مذهبی تاكنون از تأئيد گياهان تراريخته از جمله برنج طلايي خودداري مي ورزند و اين مسئله در تناقض با اظهارات رسمي و حمايت پاپ در مورد برنج طلايي است زيرا "پاپ فرانسيس" در نوامبر سال ۲۰۱۳ ميلادي نسبت به آينده توليد برنج طلايي (GR) اظهار اميدواري نمودند و آنرا نعمتي با ارزش براي بشر دانستند(۱۰).

محققين معتقدند كه با افزايش ويژگي هايي نظير عملكرد بالا و مقاومت به آفات مي توان بر مقبوليت برنج طلايي براي كشاورزان افزود. برنج غني شدهٔ زيستي (bio-fortified) در آينده نزديک مي تواند از تهديد زندگي ساكنين كشورهاي در حال توسعه در مقابل كمبود ميكروالمنت ها بكاهد. كمبود عناصر غذايي ميكرو نظير ويتامين آ ، يد ، آهن و روي در رژيم غذايي از عوامل اصلي ضعف بدني و حساسيت در مقابل بيماري ها و نهايتاً مرگ و مير در جهان سوّم هستند. اينگونه كمبودها بخصوص بر كودكان تأثير منفي مي گذارند، سيستم ايمني آنها را تضعيف مي كنند و از رشد طبيعي باز مي دارند و با تسرّي عوارض مختلف موجب مرگ آنها مي شوند لذا بهترين شيوه براي اجتناب از اينگونه كمبودها شامل تنوّع بخشيدن رژيم غذايي، مصرف سبزيجات، ميوه ها و توليدات حيواني است (۱۰).

گياه برنج اصولاً به توليد بتاكاروتن بعنوان پيش ماده ويتامين آ در بافت هاي سبز خويش مي پردازد امّا آنرا به اندوسپرم يعني بخش خوراكي دانه منتقل نمي سازد. لايه خارجي و پوست گيري شدۀ دانه هاي برنج را "آلورون" (aleurone) مي نامند كه حاوي برخي عناصر غذايي با ارزش نظير : ويتامين B و روغن هاي مغذي است امّا فاقد ويتامين آ مي باشد. اينگونه عناصر غذايي در اثر برداشتن لايه سبوس (brane) كه در طي مراحل تبديل شلتوك (milling) به برنج سفيد و سپس برآّق سازي (polishing) از سطح دانه برنج حذف مي گردند درحاليكه قاعدتاً بايد عناصر غذايي را بر سطح دانه برنج حفظ نمود امّا تركيبات روغني موجود در سبوس در اثر تبادلات با اكسيژن هوا بزودي فاسد مي گردند لذا برنج هاي حاوي سبوس موسوم به برنج قهوه اي قابليت انبارداري ندارند (١٠).

سالانه بيش از ١٠ ميليون كودك زير ٥ سال در اثر فقر غذايي و بيماري ها مي ميرند بطوريكه اغلب آنها را مي توان به موازات اهداف توسعه هزاره سازمان ملل متحد موسوم به "عدالت غذايي" (nutritional holocaust) با تغذيه بهتر نجات داد. برآوردها حاكي از اين هستند كه حدوداً ٢٥ درصد كودكان مزبور را مي توان از طريق غني سازي زيستي محصولات كشاورزي با بتاكاروتن بعنوان پيش ماده ويتامين آ و مواد حاوي عنصر روي نجات بخشيد و برنج طلايي در زمرۀ چنين محصولاتي محسوب مي گردد. دانه هاي برنج طلايي برنگ هاي زرد تا نارنجي وجود دارند بطوريكه شدت رنگ دانه بستگي به مقدار بتاكاروتن آنها دارد. رنگ دانه هاي برنج طلايي براي اكثر مردم ناخوشايند است وليكن اميدواري هايي در مورد پذيرش آن در آينده وجود دارد (١٠).

برنامه توسعه برنج طلايي در كشورهاي هند ، ويتنام ، بنگلادش و اندونزي در دست بررسي است تا بدين طريق بر كيفيت تغذيه ساكنين فقير مناطق مذكور كمك نمايند. ويتامين آ تأثير زيادي در ميزان بينايي افراد بويژه ديد شبانه آنها دارد امّا نقش آن در كاركرد صحيح سيستم ايمني بدن را نمي توان ناديده گرفت. بر طبق اعلام سازمان بهداشت جهاني (WHO) با رژيم غذايي حاوي ويتامين آ مي توان سيستم ايمني بدن را بميزان ۴۰ درصد در كودكان زير ۵ سال كشورهاي در حال توسعه بهبود بخشيد. تغذيه با برنج طلايي مي تواند بنحو پايداري موجب رفع نيازهاي مردم بويژه در مناطق دور دست شود. اين هدف زماني حاصل مي گردد كه همكاري دانشمندان ، متخصصين اصلاح نبات ، كشاورزان ، برنامه ريزان ، قانون گزاران ، مروجان و آموزشياران محقق گردد وليكن در حال حاضر توسعه برنج طلايي در گردونه محدوديت هاي سنتي ، جغرافيايي و اقتصادي گرفتار شده است (۱۰).

برنج جادوئي ناجي ميليون زندگي :

در حدود ۲۵۰ ميليون از كودكان جهان دچار كمبود ويتامين آ هستند كه شامل 1/3 كودكان قبل از سنين دبستان مي باشند. اين عارضه هر ساله موجب كوري و مرگ ميليون ها زن و كودك مي گردد. در مناطقي نظير ايالات متحده آمريكا كه سبزيجاتي نظير هويج بفراواني و با قيمت مناسب عرضه مي گردند ، بسيار دشوار است كه در مورد كمبود ويتامين آ صحبت به ميان آورد. كودكاني كه بطور مزمن دچار VAD بواسطه سوء تغذيه هستند ، در معرض عارضه خشكي و التهاب چشم (Xerophthalmia) قرار دارند. اين عارضه بعنوان آغازگر نابينايي در اطفال است كه در اثر كمبود ويتامين آ بوجود مي آيد و چنين كودكاني بزودي مي ميرند (۵).

يك گروه از پژوهندگان مؤسسه "جان هاپكينز" در سال ۱۹۹۲ ميلادي محاسبه كردند كه افزايش مصرف ويتامين آ بدون دخالت هيچگونه مواد غذايي مكمل مي تواند سالانه از مرگ ۲/۵-۱/۳ ميليون نفر از كودكان

جلوگيري نمايد. هر ساله تعداد زيادي از كودكان در اثر بيماري هاي مسري مثل سرخك (measles) ، سياه سرفه (whooping cough) و كزاز (tetanus) فوت مي شوند. برنامه هايي كه امروزه براي توزيع مكمل هاي حاوي ويتامين ها اجرا مي گردند ، غالباً پُر هزينه ، بغرنج و ناپايدار هستند. چنين برنامه هايي قابل اجرا براي جمعيت آسيب پذير مناطق روستايي دوردست نمي باشند در حاليكه اگر اقدام به تغيير ژنتيكي مواد غذايي مرسوم گردد آنگاه بطور دائمي و بدون هيچگونه مشكلي نسبت به حفظ بينايي و زندگي ميليون ها كودك و مادر اقدام مي گردد زيرا هر زمان كه كشاورزان مبادرت به برداشت محصولات نمايند آنگاه بسادگي از غذاي كافي با خواص داروئي و شفابخش برخوردار خواهند شد. چنين محصول معجزه آسائي امروزه با نام برنج طلائي معرفي و به رايگان در اختيار كشاورزان ساكن كشورهاي در حال توسعه قرار گرفته است (۵).

برنج طلائی چیست ؟

برنج طلائی نوعی از برنج با توانایی بیوسنتز بتاکاروتن بعنوان پیش ماده ویتامین آ می باشد. برنج طلائی را از طریق مهندسی ژنتیک تولید نموده اند. وجود بتاکاروتن موجب بروز رنگ های طلائی یا زرد دانه های برنج شده است. زمانیکه برنج طلائی توسط انسان مصرف می شود آنگاه بتاکاروتن جذب شده تبدیل به ویتامین آ می گردد و یا اینکه در بافت چربی آنان تجمع می یابد.
کاروتنوئیدها نظیر بتاکاروتن از پیگمان های گیاهی هستند که در انواع میوه ها و سبزیجات وجود دارند. باید توجه داشت که گیاهان بطور مستقیم فاقد ویتامین آ هستند امّا حاوی بتاکاروتن بعنوان ماده اولیه ساخته شدن آن می باشند که در بدن انسان و حیوانات به ویتامین آ تبدیل می گردد. میوه های آبدار (vibrant fruits) ، سبزیجات و گوشت ها حاوی منابعی از ویتامین آ هستند. زمانیکه روغن به برنج طلائی اضافه می گردد آنگاه بر قابلیت جذب کاروتنوئیدها در بدن افزوده می شود ولیکن برنج طلائی نیازی به افزودن روغن جهت رفع نیازهای بدن به ویتامین آ ندارد. برنج طلائی علاوه بر تأمین بخشی از انرژی بدن بواسطه برخورداری از مقادیر کم چربی می تواند برای سلامتی انسان مفید باشد (۱).

تاريخچه پروژه برنج طلائي :

در سال هاي دهه ۱۹۸۰ ميلادي مشاهده گرديد كه توسعه تكنولوژي هاي زيستي نيازمند معرفي ژن هاي جديد در گياهان هستند. تغيير شكل و ازدياد تك لپه اي ها شامل اركيده ها ، غلات و سوسن ها بسيار دشوارتر از همتايان دو لپه اي آنان مي باشد و فقط در پايان دهه مزبور امكانپذير گرديد. اغلب علومي كه براي مهندسي مسير كاروتنوئيد در گياه تك لپه اي برنج حاصل گرديدند در دهه ۱۹۹۰ ميلادي يافت شدند. بررسي دستاوردهاي علمي تا سال ۱۹۹۹ ميلادي نشانداد كه ساخته شدن كاروتنوئيدها آنچنانكه در برگ ها وقوع مي يابد ، امكان پذير است درحاليكه چنين وقايعي در دانه هاي برنج انجام نمي گيرند. اين پروژه بسيار پُر هزينه مي نمود زيرا درگير با آزمايشات مرتبط با امكان سميّت و آلرژي زائي بود. دستيابي به حقوق مالكيت معنوي يا "IPR" (intellectual property rights) كه تعيين كننده حد و مرزهاي توزيع و انتشار دستاوردها مي باشد ، در سال ۲۰۰۰ ميلادي براي برنج طلائي حاصل آمد. اين حقوق متعلق به شركت كشاورزي "سين جنتا" (Syngenta) گرديد و موافقت نامه انتقال مواد (MTAs) در سال ۲۰۰۱ ميلادي به امضاء رسيد (۹).

هر واقعه منفرد نيازمند يك فرآيند مؤكد جداگانه است و اين موضوع نشان مي دهد كه بايد ويژگي توليد پيش ماده ويتامين آ (provitamin A) به واريته برنج از جمله انواع "اينديكا" يا هندي (Indica) كه بطور وسيع در جنوب شرقي آسيا بعمل مي آيد ، منتقل گردد تا پاسخي براي عارضه شايع كمبود ويتامين آ در منطقه مذكور باشد وليكن واريته هاي "ايندیكا" از نظر تكنيكي داراي بيشترين دشواري در ايجاد چنين انتقالي مي باشند. يك روش معقولانه در انتقال ژن مولد پيش ماده ويتامين آ چنين است كه آنرا بدواً به يكي از ۳ دسته برنج هاي "Indica" ، "Japonica" و "Javanica" انتقال داده سپس از طريق تكنيك هاي تلاقي مرسوم به همديگر تسرّي بخشند (۹).

از طرفي ژن هاي ضروري را مي توان بطور مستقيم براي تغييرات ژنتيكي بكار گرفت. اولين موفقيت در توليد بتاكاروتن به ميزان ۱/۶ ميكروگرم در گرم در سال ۲۰۰۳ ميلادي حاصل گشت. نخستين آزمايشات مزرعه اي برنج طلائي در سپتامبر ۲۰۰۴ ميلادي در "لوئيزيانا" آمريكا به مرحله برداشت رسيد. گياه ترانس ژن برنج طلائي هيچگونه تفاوت معني داري در شرايط مزرعه اي با والدين خويش ندارد درحاليكه به تجميع مقادير بسيار زيادي از بتاكاروتن در قياس با والدين مي پردازد. مقدار بتاكاروتن برنج طلائي در نسل هاي اوليه حاصل از آزمايشات گلخانه اي آنچنانكه بتواند كمبودهاي ويتامين آ را در مصرف كنندگان جبران كند ، وجود نداشت امّا آزمايشات بعدي نشان دادند كه مقدار بتاكاروتن دانه هاي برنج طلائي در شرايط پرورش مزرعه اي حدوداً ۴ برابر مقدارش در شرايط پرورش گلخانه اي مي گردد. مقدار بتاكاروتن دانه هاي برنج طلائي حاصل از آزمايشات مزرعه اي در سال ۲۰۰۴ ميلادي به ميزان ۶ ميكروگرم در گرم اندازه گيري شد. آزمايشات بعدي با ارقام جديد برنج طلائي (GR 2) نشاندهنده افزايش مقدار بتاكاروتن به ۶ برابر در قياس با شرايط گلخانه اي است و اين موضوع بيانگر افزايش ۲۳ برابري نسبت به تيپ هاي اوليه (protype) برنج طلايي متعلق به سال ۱۹۹۹ ميلادي مي باشد (۹).

برنج طلائي در سال ۱۹۹۹ ميلادي توسط اشخاص زير ابداع گرديد :
الف) "پيتر بي ير" (Peter Beyer) از بخش كاربرد علوم زيستي دانشگاه فرايبورگ آلمان
ب) "اينگو پوتريكوس" (Ingo Potrykus) از بخش علوم گياهي مؤسسه تكنولوژي فدرال سوئيس
پروژه توليد برنج طلايي ابتدا در سال ۱۹۸۲ ميلادي بنابر سفارش بنياد "راكفلر" آمريكا و با مقاصد بشردوستانه آغاز گرديد. متعاقباً گروهي از دانشمندان و پژوهشگران در سال ۱۹۹۲ ميلادي تجمع يافتند و به تبادل نظر در مورد معايب و مزاياي توليد برنج طلائي پرداختند. سرانجام "بي ير" و "پوتريكوس" محصولات بيوسنتزي تركيبي را توسعه بخشيدند تا محصولات سالم تري براي تغذيه بشر فراهم سازند (۱،۷).

چگونگي پيدايش و معرفي برنج طلائي :

برنج طلائي يا "GR" (GOLDEN RICE) واريته اي از برنج معمولي با نام علمي "Oryza sativa L." است كه از طريق مهندسي ژنتيك (GE) قادر به بيوسنتز بتاكاروتن در برگ ها و انتقال آنها به دانه ها مي باشد تا بتواند باعث كاهش عوارض كمبود ويتامين آ در كشورهاي فقير جهان گردد. واريته برنج طلائي ۲ (GR 2) با توانايي توليد بتاكاروتن بميزان ۲۵ برابر در قياس با برنج طلائي ۱ (GR 1) معرفي گرديده است. اگر چه برنج طلائي بعنوان ابزار بشر دوستانه توسعه يافته است امّا بنحو معني داري در تقابل با فعاليت هاي زيست محيطي و جهاني شدن قرار دارد. آنزيم هايي كه در اندوسپرم برنج طلائي حضور دارند و متمايل به رنگ قرمز هستند ، قادر به بيوسنتز بتاكاروتن از "گرانيل گرانيل دي فسفات" (geranylgeranyl diphosphate) مي باشند. بتاكاروتن ابتدا به "رتينال" (retinal) و متعاقباً در معده حيوانات به "رتينول" (retinol) يا ويتامين آ تبديل مي گردد (۱۱).

برنج طلائي مي تواند بتاكاروتن را كه پيش ماده ويتامين آ محسوب مي شود ، در بخش خوراكي خويش يعني اندوسپرم دانه ها توليد نمايد. البته گياه برنج ذاتاً مي تواند به توليد بتاكاروتن از طريق فتوسنتز در برگ هايش بپردازد امّا بطور معمول قادر به انتقال يا توليد رنگدانه بتاكاروتن در اندوسپرم دانه ها نيست زيرا عمل فتوسنتز در دانه ها واقع نمي شود. اولين پيشرفت ها در اين رابطه زماني حاصل شدند كه ژن باكتريايي CrfI بعنوان يك ژن منفرد غير اشباع كننده "فيتوئن" (phytoene desaturase) كشف گرديد. ژن CrfI قادر به توليد "ليكوپن" از "فيتوئن" در گوجه فرنگي تراريخته است درحاليكه بطور طبيعي ژن چندگانه و غير اشباع كنندهٔ "فيتوئن" براي اين منظور در گياهان عالي فعال می باشد. "ليكوپن" توسط "سيكلاز" (cyclase) داخلي به مولكول حلقوي بتاكاروتن در برنج طلائي تبديل مي شود و عامل اين واقعه ۲ ژن انتقال يافته از ساير منابع بشرح زير مي باشند :

۱) ژن سنتز كننده "فيتوئن" يا "psy" كه از باكتري "daffodil" با نام علمي " Narcissus Pseudonarcissus" كسب شده است.

۲) ژن غير اشباع كننده "كاروتن" يا "CrtI" كه از باكتري خاكزي "Erwinia uredovora" انتخاب گرديده است.

براي موفقيت در انتقال بتاكاروتن و ذخيره آن در دانه های برنج نيازمند درج ژن حلقوي ساز "ليكوپن" موسوم به "Lcy" مي باشد كه در اندوسپرم برنج هاي وحشي حضور دارد. ژن هاي "Psy" و "CrtI" به داخل ژنوم هسته سلول برنج انتقال يافتند و تحت كنترل ترقي دهنده يا "پروموتور" (promoter) ويژه اي در اندوسپرم قرار گرفتند زيرا آنها فقط در اندوسپرم دانه ها حضور خواهند داشت. ژن برونزاد (exogenous) موسوم به "Lcy" در حقيقت يك رشته پپتيدي ترانزيت مي باشد كه براي انتقال يابی به

پلاسميدها متصل مي شود تا به محل شكل گيري "دي فسفات گرانيل گرانيل" برده شود. ژن باكتريايي "CrtI" از اهميت زيادي در تكميل مسير برخوردار است زيرا مي تواند به كاتاليز چند مرحله اي در سنتز "كاروتنوئيدها" به "ليكوپن" كمك نمايد درحاليكه اين مراحل در گياهان به بيش از يك نوع آنزيم نيازمند مي باشد.
توليد نهايي مسير مهندسي شده را "ليكوپن" تشكيل مي دهد امّا اگر گياه برنج به تجميع "ليكوپن" بپردازد آنگاه به رنگ قرمز در خواهد آمد در حاليكه مشاهدات بيانگر فرآيند آنزيمي درونزادي (endogenous) است كه "ليكوپن" را به بتاكاروتن در اندوسپرم تبديل مي سازد و بدينگونه آن را به رنگ زرد در مي آورد كه مبين نام رايج برنج طلائي مي باشد. برنج طلائي اصلي موسوم به "SGR 1" بود كه در تحت شرايط گلخانه اي به توليد كاروتنوئيدها بميزان ۱/۶ ميكروگرم در گرم مي پرداخت (۱۱).

روند پيشرفت در توسعه برنج طلائي :

برنج طلائي را با ارقام بومي برنج فيليپيني و تايواني و برنج آمريكائي رقم "cocodrie" تلاقي داده اند. اولين آزمايشات مزرعه اي برنج هاي حاصل از تلاقي هاي مزبور توسط دانشگاه ايالتي "لوئيزيانا" در سال ۲۰۰۴ ميلادي هدايت گرديد. اينگونه آزمايشات موجب شد تا ارزيابي دقيق تري از ارزش تغذيه اي برنج طلائی حاصل آيد. نتايج اوليه چنين بررسي هايي مبين اينكه ميزان بتاكاروتن موجود در دانه هاي محصول مزرعه اي برنج طلائي حدوداً ۵-۴ برابر مقدارش در شرايط پرورش گلخانه اي است (۱۱).

تيمي از پژوهشگران بيوتكنولوژي كمپاني "سين جنتا" در سال ۲۰۰۵ ميلادي موفق به معرفي واريته جديدي از برنج طلائي موسوم به "GR 2" شدند. آنها ژن سنتز كنندۀ "فيتوئن" گياه ذرت را با "CrtI" برنج طلائي اصلي در آميختند و بدينگونه "GR 2" حاصله توانست در قياس با "GR 1" به توليد كاروتنوئيدها بميزان ۲۳ برابر يعني بيش از ۳۷ ميكروگرم در گرم بپردازد كه در اين ميان بيش از ۳۱ ميكروگرم در گرم از آنرا بتاكاروتن تشكيل مي دهد. براي دستيابي به "حد مجاز جيره روزانه توصيه اي" يا "RDA" (Recommended Dietary Allowance) لزوماً بايد روزانه ۱۴۴ گرم از اينگونه برنج ها مصرف شوند. امروزه قابليت دستيابي كاروتن هاي برنج طلائي اثبات گرديده است بطوريكه بخوبي مي تواند منبع تأمين ويتامين آ براي انسان باشد (۱۱).

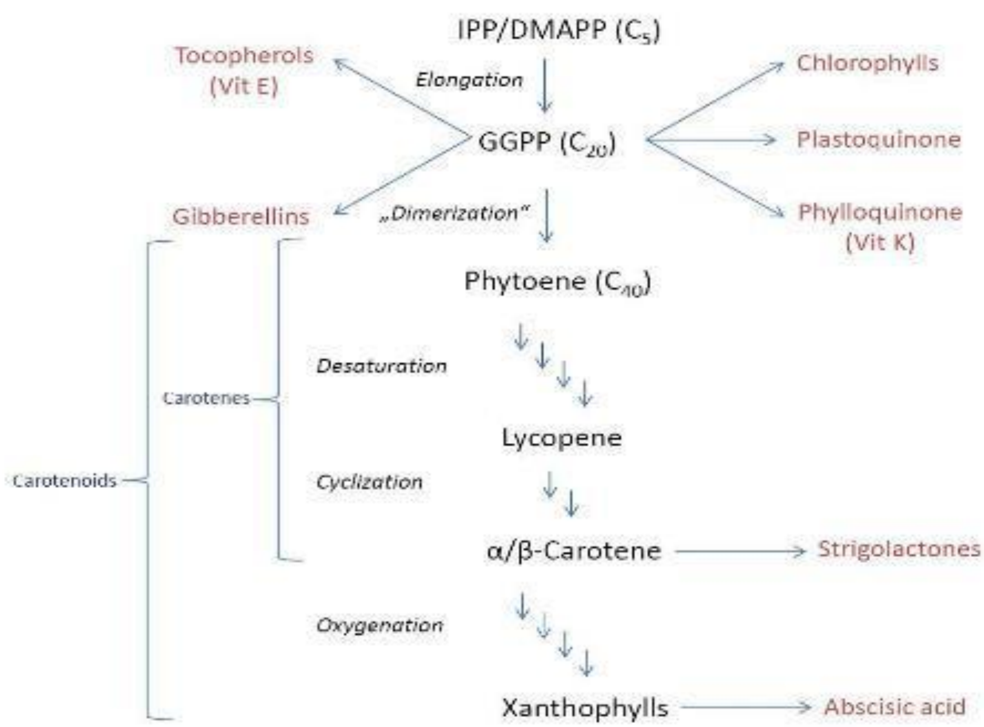
"پيتر بي ير" در سال ۲۰۰۵ ميلادي از جانب "بنياد دريچه بيل و مليندا" مأمور گرديد تا در افزايش موارد زير در برنج طلائي "GR 2" از طريق تغييرات ژنتيكي اقدام نمايد و چشم انداز نويد بخشي براي رفع سوء تغذيه مردم در جهان سوم بگشايد :

۱) مقدار بتاكاروتن
۲) قابليت دستيابي بتاكاروتن
۳) مقدار ويتامين E
۴) مقدار آهن
۵) مقدار روي

۶) کيفيت پروتئين (۱۱).

تخمين زده مي شود که حدود ۱۹۰ ميليون کودك و ۱۹ ميليون زن باردار در ۱۲۲ کشور جهان طي سال ۲۰۰۵ ميلادي دچار سوء تغذيه بويژه کمبود ويتامين آ (VAD) بوده اند. عوارض کمبود ويتامين آ مسئول مرگ ۲-۱ ميليون نفر ، کوري حدود ۵۰۰ هزار نفر و ميليون ها مورد خشکي و التهاب چشم (xerophthalmia) در هر سال است وليکن بيشترين مخاطرات متوجه کودکان و زنان حامله مي باشد (۱۱).

مکمل هاي ويتامين آ از طريق مصرف دهاني (oral) و تزريقي (injection) در مناطقي که رژيم غذايي فاقد ويتامين آ کافي است ، اجرا می گردد آنچنانکه از سال ۱۹۹۹ ميلادي حدوداً ۴۳ کشور جهان به اجراي برنامه هاي تجويز مکمل هاي ويتامين آ براي کودکان زير ۵ سال پرداخته و ۱۰ کشور از آنها به تجويز ۲ دفعه در هر سال اقدام کرده اند زيرا سازمان "يونيسف" لزوم چنين عملي را براي حذف عوارض کمبود ويتامين آ ضروري دانسته است. البته "يونيسف" و بسياري ديگر از سازمان هاي غير دولتي (NGOs) مرتبط بر تجويز چندگانه ويتامين آ با دُز پائين در هر سال در صورت امکانپذير بودن تأکيد مي ورزند زيرا کودکان بسياري از کشورها به مصرف برنج سفيد بعنوان عمده ترين ماده غذايي روزانه مي پردازند لذا براي رفع اين نقيصه بايد برنج طلائي را جايگزين برنج هاي معمولي نمود و يا اينکه آنها را به تغذيه بيشتر از سبزيجات ، ميوه ها و توليدات حيواني بر انگيخت (۱۱).



اولين آناليز پتانسيل فوايد تغذيه اي برنج طلائي مشخص ساخت كه مصرف برنج طلائي به تنهايي نمي تواند موجب حذف عوارض كمبود ويتامين آ گردد امّا به آن مي توان بعنوان مكمل ساير روش هاي حمايتي نگريست تا زمانيكه ارقام جديد برنج طلائي حاوي مقادير بيشتري از بتاكاروتن معرفي شوند بگونه اي كه هر فرد با مصرف روزانه ۷۵ گرم از آن بتواند كليه نيازهاي روزانه اش را تأمين نمايد (۱۱).

از خصوصيات كاروتن ها اينكه آنها "آب گريز" (hydrophobic) هستند لذا بايد بمقدار كافي از چربي ها در رژيم غذايي حاوي برنج طلائي و ساير مكمل هاي حاوي ويتامين آ موجود باشد تا امكان كاهش معضلات كمبود ويتامين آ فراهم آيد. از جانب ديگر ، كمبود ويتامين آ ندرتاً داراي علائم بارزي است امّا غالباً منبعث از فقدان تعادل در رژيم غذايي روزانه مي باشد. در گزارش "حد مجاز جيره روزانه توصيه اي" (RDA) يونيسف براي كشورهاي در حال توسعه بر مقدار بيشتري از مصرف مواد حاوي بتاكاروتن براي جلوگيري از كوري تأكيد ورزيده اند. البته توصيه مذكور منطبق بر ارقام اوليه برنج طلائي بوده است كه هر پياله از آن مي توانست حدوداً ۶۰ درصد نيازهاي توصيه اي ويتامين آ را براي سلامتي كودكان فراهم سازد (۱۱).

مهندسي متابوليزم در برنج طلائي :

تكنولوژي برنج طلائي مبتني بر اين اصل ساده است كه گياه برنج معمولی داراي كليه ابزارهاي سنتز بتاكاروتن (β-carotene) بعنوان پيش ماده ساخت ويتامين آ در برگ ها و سپس انتقال آنها به دانه ها نمي باشد وليكن با انتقال دو ژن مشروحه زير :

الف) ژن سنتز كننده "فيتوئن" گياهي يا "psy" (plant phytoene synthase)

ب) ژن باكتريايي غير اشباع كننده "فيتوئن" يا "CrtI" (bacterial phytoene desaturase)

متعاقباً مسير توليد بتاكاروتن و تجميع آن در دانه ها فراهم مي گردد. "فيتوئن" كه يك ماده هيدروكربني غير سيكلي و غير اشباع است بعنوان ماده اوليه بيوسنتز رنگدانه هاي (پيگمان ها) كاروتنوئيدي محسوب مي گردد (۲).

كاروتنوئيدها و مواد مشتق از آنها حاوي تعداد زيادي از مولكول ها و نتيجتاً تعداد زيادي از آنزيم ها و كوفاكتورها هستند. فقط تعداد كمي از كاروتنوئيدهايي كه حداقل داراي يك حلقه "β-ionone" غير اشباع نظير "بتاكاروتن" هستند ، مي توانند بعنوان پيش ماده ويتامين آ عمل نمايند. ساير تركيبات مهم حاصل از اينگونه مسيرها از جمله هورمون هاي گياهي مثل "آبسيسيك اسيد" ، "استريگولاكتون ها" (strigolactones) و جيبرلين ها مي باشند. "توكوفرول ها" (tocopherols) يا ويتامين E ، كلروفيل ها و "كوئينين ها" (quinines) در مسيرهاي حدواسط ساخت از كاروتنوئيدها بهره مي گيرند (۲).

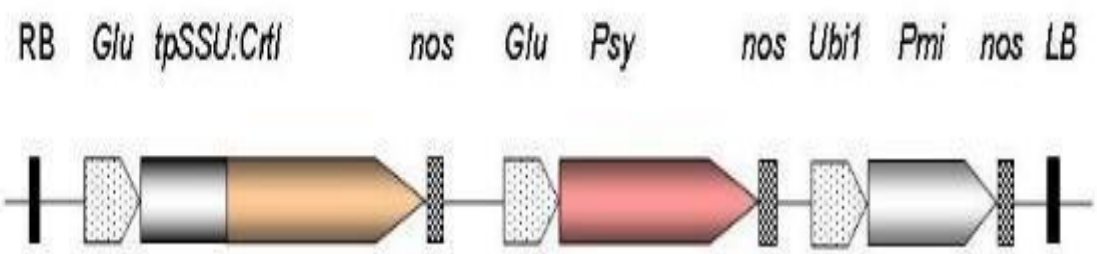
تمامي بافت هاي گياهي كه سطوح بالائي از كاروتنوئيدها را تجميع مي كنند ، داراي مكانيزم هايي براي كمپلكس سازي كاروتنوئيدها بشرح زير مي باشند :

۱) كريستال سازي (crystallization)

۲) ذخيره سازی روغن ها (oil deposition)

۳) گشودگي غشاء (membrane proliferation)
۴) كمپلكس چربي- پروتئين (protein-lipid sequestration) (۲).

اين موضوع نشان مي دهد كه تجميع چربي ها مي تواند به شكل گيري كاروتنوئيدها بعنوان "مخازن چربي دوست" (lipophilic sink) عمل نمايد. اندوسپرم برنج معمولی داراي نشاسته فاقد كاروتن ژنتيكي است و از نظر چربي بسيار فقير مي باشد. پژوهش ها نشان دادند كه فقط به ۲ ترانس ژن جهت تبديل برنج معمولي به برنج طلائي احتياج مي باشد :
الف) اولين ترانس ژن موجب سنتز "فيتوئن" گياهي (psy) مي شود آنچنانكه موجب سنتز ژنتيكي "دي فسفات گرانيل گرانيل" بفرم "فيتوئن" مي شود كه يك نوع كاروتن بدون رنگ با يك "رنگسازه ترئين" (triene chromophore) است كه در هنگام تركيب با ساير مواد به توليد رنگدانه مي پردازد (۲).
ب) دومين ژن باعث كُدشدن يك كاروتن باكتريايي غير اشباع (CrtI) مي شود كه داراي ۴ پيوند دو گانه مي باشد.
ادغام فعاليت "psy" و "CrtI" موجب شكل گيري ليكوپن مي شود كه تركيبي قرمز رنگ است و مبتني بر "رنگسازه اون دكان" (undecaene chromophore) مي باشد كه در ميوه گوجه فرنگي تشكيل مي گردد. البته رنگدانه ليكوپن تاكنون در برنج هاي معمولي و ترانس ژن مشاهده نگرديده است در حاليكه "آلفاكاروتن" و "بتاكاروتن" با همديگر به همراه مقادير متفاوتي از كاروتنوئيدهاي اكسيژنه يعني "گزانتوفيل ها" (xanthophylls) شامل : "لوتئين" (lutein) و "زياكسانتين" (zeaxanthin) يافت مي گردند (۲).



نسل اوّل برنج طلائي :

اولين پيشرفت ها در توسعه برنج طلائي با همكاري "پيتر بي ير" و "اينگو پوتريكوس" در سال ۱۹۹۹ ميلادي حاصل گشت. اولين آزمايشات با ارقام برنج ژاپني (دانه گِرد) انجام گرفت سپس ادامه دستاوردها با ارقام هندي (دانه بلند) پيگيری شد.

اولين نسل برنج طلائي با نام "GR 1" معروف گرديد. اين نمونه فقط حاوي ژن "psy" يعني ژن سنتز كننده فيتوئن حاصل از نرگس زرد (daffodil) و ژن "Crtl" يا غير اشباع كننده كاروتن حاصل از باكتري "pantoea ananatis" با نام مشابه "Erwinia uredovora" مي باشد. ژن هاي مزبور تحت كنترل تقويت كننده "gt 1" بوده و كاروتنوئيدها را به اندوسپرم منتقل مي سازند. ميزان كاروتنوئيدهاي حاصله در شرايط مزرعه اي بطور متوسط ۶ ميكروگرم بر گرم يعني ۴ برابر بيشتر از شرايط گلخانه اي می باشند (۲).

نسل دوّم برنج طلائي :

نسل اول برنج طلائي (GR 1) نشان داد كه امكان توليد پيش ماده ويتامين آ در دانه هاي برنج وجود دارد امّا محققان دريافتند كه براي تسكين عارضه كمبود ويتامين آ (VAD) به سطوح بالاتري از بتاكاروتن نياز مي باشد. تحقيقات با ژن هاي "PSY" از منابع مختلف نشانداد كه ژن هاي برنج و ذرت داراي بيشترين كارآيي در دانه هاي برنج هستند كه بواسطه سطوح مناسب آنزيم ها مي باشد. دومين نسل از برنج طلائي (GR 2) قادر به تجميع بيش از ۳۷ ميكروگرم در گرم كاروتنوئيدها مي باشد درحاليكه ۳۱ ميكروگرم در گرم از اين مقدار را بتاكاروتن تشكيل مي دهد كه در قياس با ميزان كاروتنوئيدهاي نسل اول برنج طلائي يعني ۱/۶ ميكروگرم در گرم بسيار بيشتر است. با توجه به تبديل زيستي (bio-conversion) بتاكاروتن موجود در برنج طلائي مي توان گفت كه يك رژيم غذايي حاوي "GR 2" از قابليت كاستن از كمبود ويتامين آ و عوارض آن برخوردار است و مي تواند پيش ماده توليد ويتامين آ را به ميزان كافي در رژيم غذايي افراد بويژه كودكان مناطق جنوب شرقي آسيا فراهم سازد (۲).

صدمات و هزينه اثربخشي برنج طلائي :

براي بررسي ميزان صدمات و هزينه هاي اثربخشي برنج طلائي اقدام به جمع آوري اطلاعات از ۱۲۰ هزار خانوار هندي گرديد و بدينطريق مشخص شد كه مصرف برنج طلائي مي تواند به ميزان ۶۰ درصد از صدمات كمبود ويتامين آ بكاهد. مصرف برنج طلائي در بدبينانه ترين حالت نيز بيش از ۱۰ درصد از ۲۰۰ هزار مورد در سال به بهبود سلامتي اشخاص كمك مي كند. چنين دستاوردهايي كه در زمينه بهبود سلامتي و افزايش طول عمر روستائيان فقير رُخ مي دهد، در قبال هزينه هاي مصرفي (پژوهش ، تلاقي ، انتشار اطلاعات علمي ، هشدارهاي مردمي) صورت مي پذيرند با مصرف ۲۰ دلار در روز قابل دستيابي مي باشند درحاليكه ميزان هزينه لازم براي چنين هدفي در ساير روش ها روزانه بميزان ۶۰۰-۸۰ دلار خواهد بود (۳).

"ميخائيل كراونيكل" در مقاله اي درباره برنج طلائي به طرح سه سؤال اصلي بشرح زير پرداخته است :
الف) مباني علمي ارزيابي مفيد بودن برنج طلائي
ب) هزينه هاي توسعه برنج طلائي و منابع تأمين آنها
پ) عدم برتري غني سازي ژنتيكي بطور كلي و خصوصاً در برنج طلائي در قياس با روش هاي كارآمد و چندكارهٔ موجود (۳).

"ميخائيل گروساك" در مورد پتانسيل صدمات و هزينه هاي برنج طلائي اظهار داشته است كه ارزيابي توانايي اثربخشي برنج طلائي بر كمبود ويتامين آ نيازمند ملاحظات چندگانه اي از جمله موارد زير است :
الف) مراحل زندگي افراد هدف
ب) متوسط برنج مصرفي روزانه توسط افراد هدف
ت) مقدار بتاكاروتني كه مي تواند از طريق برنج طلائي جذب شود (۳).

مهندسي ژنتيك (GE) از مباحث اصلي كشاورزي است كه داراي تأثيرات اجتماعي و اقتصادي فراواني در جوامع امروزي مي باشد وليكن همواره پرسشي مطرح مي باشد كه آيا مهندسي ژنتيك مي تواند در قالب سيستم هاي موجود به كاهش فقر غذایی كمك نمايد و نيازهاي تغذيه ای بشر امروز را برآورده سازد ؟ برنج طلائي كه از طريق مهندسي ژنتيك توليد شده است و توانايي توليد پيش ماده ويتامين آ در داخل دانه هايش را دارد ، فعلاً در مراحل آزمايشي است امّا انتظار مي رود كه در آينده بتواند پاسخي براي كمبود ويتامين آ كه ناشي از فقر غذايي است ، داشته باشد (۳).
پژوهش هاي اخير در مورد VAD اصولاً بر مكمل هاي داروئي متكي بوده اند درحاليكه اين روش بسيار پُر هزينه است و به موفقيّت نسبي منتهي مي گردد. بررسي هاي انجام شده در هندوستان نشان مي دهند كه در صورت جايگزيني برنج طلائي در جيره غذايي معمولي مردم با صرف ۲/۳ ميليون دلار در هر سال مي توان ۵۹/۴ درصد از عوارض كمبود ويتامين آ معادل ۱/۴ ميليون نفر را كاهش داد كه نسبت به هزينه هاي بكار گيري مكمل هاي داروئي بسيار كمتر مي باشد (۳).

ارزش اقتصادي برنج طلادئي :

امروزه واريته هاي غير تراريخته برنج بر خلاف ساير محصولات زراعي اصلي همچنان در سطوح وسيع و تجارتي كشت مي شوند وليكن بايد در ۳-۲ سال آينده نسبت به كاشت وسيع ارقام برنج تراريخته در سطوح جهاني مبادرت ورزيد و برنامه ريزي هاي لازم را انجام داد. با در نظر گرفتن اينكه محصول برنج بعنوان يكي از عمده ترين مواد غذايي خيل عظيمي از مردمان فقير جهان مطرح است لذا توليد برنج طلائي مي تواند با خصوصيات برتر موجب كاهش فقر ، گرسنگي و سوء تغذيه در كشورهاي در حال توسعه باشد. با تجميع فوايدي كه بطور سالانه از برنج طلائي حاصل خواهد شد، انتظار مي رود كه ارزش جهاني برنج هاي تراريخته به ۶۴ ميليارد دلار در سال بالغ گردند(۳).

اينك عارضه كمبود ويتامين آ موسوم به VAD باعث بروز مشكلات جدّي در بسياري از مردم جهان شده است درحاليكه برنج طلائي (GR) كه از طريق مهندسي ژنتيك قادر به توليد بتاكاروتن شده است، مي تواند بسياري از عوارض مزبور را درمان نمايد وليكن مناقشات اجتماعي-اقتصادي به همراه برخي عوامل حكومتي باعث گرديده اند كه از دستاوردهاي تكنولوژي موجود بخوبي بهره برداري نشود. تحقيقات انجام شده در كشور هند نشان مي دهند كه با وجود چارچوب هاي محدود كننده مي توان از برنج طلائي براي حل نيمي از مشكلات سوء تغذيه فقرا و روستائيان بهره گرفت در حاليكه مقايسه هزينه هاي طرح و فوايد حاصل از برنج طلائي نيز بر ضرورت بكارگيري آن در سطوح وسيع و تجارتي تأكيد دارند (۳).

برنج طلائي از طريق تغييرات ژنتيكي قادر به توليد بتاكاروتن و ذخيره آن در داخل دانه هايش مي باشد و بدينگونه در مبارزه بر عليه عوارض كمبود ويتامين آ بويژه در كشورهاي فقير و در حال توسعه بكار گرفته مي شود. اينک سؤالات متعددي درباره تأثيرات استفاده از محصولات تراريخته از جمله برنج طلائي كه حاصل تكنولوژي مدرن هستند ، براي بسياري از مردم جهان مطرح مي باشند. امروزه بسياري از عوارض كمبود

ويتامين آ و سوء تغذيه بويژه در ميان كودكان كشورهايي نظير هندوستان بوضوح مشاهده مي گردند.
دانشمندان معتقدند كه اگر برنج طلائي در سطوح وسيع توليد شود و در جيره غذايي مردم وارد گردد آنگاه از عوارض VAD بميزان ۶۰ درصد كاسته خواهد شد. آنها مي پندارند كه هزينه هاي توليد و توزيع برنج طلائي نسبت به ساير شيوه هاي غني سازي مواد غذايي مردم براي جبران كمبود ويتامين آ بمراتب آسانتر و كارآمدتر است (۳).

فواید گسترش برنج طلائی :

۱) کاهش احتمال وقوع موارد زیر :

۱-۱- نابینایی (blindness)

۱-۲- انواع عفونت ها (infestions)

۱-۳- سرطان ها (cancers)

۱-۴- انواع بیماری ها (diseases) (۱).

زیرا کمبود ویتامین آ باعث تشدید معضلات زیر می گردد :

الف) اختلالات بینایی

ب) کوری

پ) تغییرات مولکولی ناشی از سالخوردگی

ت) بیماری های مزمن

ث) ضعف سیستم دفاعی بدن

ج) شیوع بیماری هایی نظیر : ایدز (AIDS) ، آبله مرغان (chicken pox) و سرخجه (measles) بویژه در کودکان(۱).

باید توجه داشت که در حدود ۱۲۵ میلیون کودک در سراسر جهان از کمبود ویتامین آ رنج می برند و کمبود ویتامین آ در بزرگسالان باعث تشدید عوارض سالخوردگی می شود. سایر مزایای مصرف برنج طلایی بشرح زیر می باشند :

چ) کاهش ابتلا به انواع بیماری های قلبی

ح) کاهش سرطان پروستات

خ) کاهش سرطان پستان

د) کاهش سرطان پوست (۱).

۲) کاهش مشکلات گوارشی :

از دیگر مزایای مصرف برنج طلائی را کاهش مشکلات گوارشی می دانند مثلاً تغذیه برنج طلایی سبب بر طرف شدن اسهال می شود زیرا بعنوان یک ماده قابض ملایم عمل می کند ، هضم را آسان می سازد و از موکوس احشاء بدن حمایت بعمل می آورد (۱).

۳) کاهش فشار خون بالا و کلسترول زیاد :
برنج طلایی حائز مقادیر کم سدیم و چربی است لذا از فشار خون و کلسترول بدن انسان می کاهد. مقدار زیاد سدیم موجب تجمیع مایعات ، تورّم بافت ها (edema) و افزایش حجم خون می گردد و متعاقباً افزایش مایعات موجب ازدیاد خطر فشار خون می شود. از فواید بارز مصرف برنج طلایی اینکه بواسطه داشتن فیبر از تأثیرات مخرب اسیدهای صفراوی بر دیوارۀ روده ها جلوگیری بعمل می آورد. اسیدهای صفراوی در کبد تولید می شوند و به روده ها منتقل می گردند تا به تولید کلسترول کمک نمایند. برنج طلائی فاقد چربی است لذا توانایی تنظیم میزان کلسترول خون را دارد(۱).

حاميان جهاني طرح توسعه برنج طلايي :
برنج طلائي زائيده تفكرات و ابداعات پروفسور "اينگو پوتريكوس" (Ingo potrykus) از دانشگاه زوريخ سوئيس و "پيتر بي ير" (Peter Beyer) از دانشگاه فرايبورگ آلمان بوده است. آندو نشان دادند كه بتاكاروتن را مي توان با حداقل انتقال ژن ها به گياه برنج در داخل دانه هايش ذخيره ساخت. پروژه برنج طلايي با عنوان "طرح بشردوستانه برنج طلائي" (Golden Rice Humanitarian Board) شكل گرفت. اولين رقم (پروتيپ) برنج طلايي با هدف دربرداشتن پيش ماده ويتامين آ (بتاكاروتن) توسط گروه پژوهشي "سين جنتا" (Syngenta) در سال ۲۰۰۵ ميلادي معرفي شد. از سال ۲۰۱۰-۲۰۰۵ ميلادي به ادامه

پژوهش در زمينه انتقال خصيصه جديد از طريق تلاقي به واريته هاي برنج سازگار با هر منطقه پرداخته شد(۱۰).

اين زمان ادامه پروژه برنج طلائي داراي حاميان جديدي بشرح زير گرديد :
۱) بنياد راكفلر
۲) بنياد بيل و ميليندا
۳) آژانس توسعه جهاني ايالات متحده (USAID)
۴) وزارت كشاورزي فيليپين
۵) رسانه اجتماعي "Harvestplus"
۶) كميسيون اروپا
۷) تأمين بودجه فدرال سوئيس
۸) بنياد "سين جنتا" (Syngenta) (۱۰).

بسياري از كمپاني ها امكان دسترسي به تكنولوژي هاي انحصاري خود را جهت تكثير برنج طلائي فراهم ساختند. تلاقي هاي متعاقب و آزمايشات مزرعه اي توسط مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج (IRRI) در كشور فيليپين و با همكاري مؤسسه تحقيقات برنج آن كشور (PhilRice) انجام گرفت. مؤسسه تحقيقات برنج فيليپين اجازه تحويل بذور برنج طلائي را در سال ۲۰۱۴ ميلادي به كشاورزان داد و كشورهاي چين ، اندونزي ، بنگلادش ، هند و ويتنام در صدد هموارسازي زمينه هاي رواج برنج طلائي در سطح مزارع مي باشند (۱۰).

مؤسسه بين المللي "هلن كلر" يا "HKI" (Helen Keller International) بيش از ۳۰ سال است كه در مورد ميزان كمبود ويتامين آ و شيوه هاي جبران از طريق غني سازي ژنتيكي (fortification) مواد غذايي تحقيق مي نمايد. مؤسسه HKI معتقد است كه برنج طلائي قابليت مبارزه با كمبود ويتامين آ در جيره غذائي مردمان فقير دنيا را دارد لذا در صدد بكارگيري از برنج طلائي در برنامه هاي مبارزه با VAD است. بر طبق آمارهاي مؤسسه مزبور اينك تعداد ۱۹۰ ميليون از كودكان جهان قبل از سنين دبستان و ۱۹ ميليون از زنان حامله دچار كمبود ويتامين آ هستند و هر ساله در حدود ۶۷۰ هزار كودك از كمبود ويتامين آ تلف مي گردند و ۳۵۰ هزار نفر نيز دچار كوري مي شوند. در فيليپين نيز در حدود ۱/۷ ميليون كودك ۶ ماهه تا ۵ ساله و همچنين ۳ نفر از هر ۱۰ نفر دانش آموز بيش از ۱۰ ساله و يكنفر از هر ۱۰ زن حامله يا شيرده دچار كمبود ويتامين آ هستند. در بنگلادش نيز يكنفر از هر ۵ نفر كودك قبل از سنين دبستان دچار VAD می باشند وليكن هزينه هاي تغذيه تكميلي آنان همانند ساير كشورهاي در حال توسعه نيازمند مبالغ بسيار زيادي است درحاليكه برنج طلائي مي تواند كمبود ويتامين آ را بدون هيچگونه هزينه اي بسادگي جبران نمايد (۱۰).

بانيان طرح توليد و توسعه برنج طلائي در صدد ايجاد راهكارهايي بمنظور قابليت استفاده مكرر از بذور توليدي برنج طلائي براي سال هاي متوالي هستند بطوريكه جهت خريداري مجدد هيچگونه هزينه اي ضرورت نيابد. طرح برنج طلائي نشانداد كه پيشرفت هاي تكنولوژي مي توانند در راستاي رفع كمبودهاي غذايي در كشورهاي فقير بخدمت در آيند وليكن بايد توجه داشت كه سوء تغذيه موجود در جهان سوّم ريشه در فرهنگ ، اقتصاد و سياست دارد و بسادگي رفع نخواهد شد (۱۰).

بتاكاروتن موجود در برنج طلائي همانند بتاكاروتن موجود در روغن ها و بهتر از بتاكاروتن اسفناج مي تواند در تكميل جيره غذايي كودكان مشاركت جويد. اين موضوع در سال ۲۰۱۲ ميلادي توسط وزارت كشاورزي آمريكا (USDA) و تحقيقات كشاورزي چين تأئيد گرديد. بر اساس مطالعات كلينيكي منتشره در ژورنال تغذيه آمريكا (AJCN) هر كاسه شامل ۱۵۰-۱۰۰ گرم برنج طلائي پخته (حاصل از ۵۰ گرم برنج خشك) مي تواند ۶۰ درصد از ويتامين آ توصيه اي براي كودكان ۸-۶ ساله را تأمين كند (۱۰).

پژوهندگان در سال ۲۰۰۹ ميلادي نشاندادند كه برنج طلائي از منابع قابل ملاحظه ويتامين آ است. اين پژوهش ها بر روي گروهي از داوطلبان بالغ و سالم در آمريكا صورت پذيرفت. مطالعات نشانداد كه بتاكاروتن موجود در برنج طلائي بخوبي قابل دستيابي است و بسادگي با هضم در دستگاه گوارش انسان وارد گردش خون مي گردد. با وجودی كه مواد غذايي با منشأ گياهي داراي نقش اساسي در تأمين بتاكاروتن رژيم غذايي هستند وليكن ممكن است به دلايل اقتصادي يا فرهنگي در جيره غذايي افراد موجود نباشند و بنابراين براي تبديل پيش ماده كاروتنوئيدي به ويتامين ها كفايت ننمايند. فاكتور تبديل كاروتنوئيدهاي پيش ماده ويتامين آ در ميوه هاي مختلف با يكديگر تفاوت دارند لذا از ۱۳:۱ در سيب زميني شيرين ، ۱۵:۱ در هويج و ۱۰:۱ تا ۲۸:۱ در سبزيجات مختلف برگي متغيرند درحاليكه فاكتور تبديل ۴:۱ در برنج طلائي بيانگر ارزش بسيار بالاي آن در قياس با ساير مواد غذايي تأمين كنندۀ ويتامين آ در بدن انسان مي باشد(۱۰).

آخرين پژوهش هاي برنج طلائي :

دانشگاه هاي كاليفرنيا و "روتجر" (Rutger) "نيوجرسي" به انجام مطالعاتي در زمينه هاي : افزايش عملكرد ، كاهش مصرف آفتكش ها و كمترين آفتكش مصرفي منتهي به آسيب رساني برنج طلائي در كشور چين پرداخته و نتايج حاصله را در مجله "Science" سال ۲۰۰۵ ميلادي منتشر ساخته اند. دانشمندان مزبور بر اساس اطلاعات WHO معتقدند كه : محصولات تغييريافته ژنتيكي كه اينك در بازارهاي جهاني عرضه مي شوند تماماً ارزيابي لازم را جهت كسب مجوزها گذرانده اند بطوريكه عدم خطرزايي آنان براي انسان تأئيد شده است وليكن همچنان بر تداوم پژوهش ها پيرامون برنج طلائي و اثراتش بر سلامتی مصرف كنندگان اصرار مي ورزند (۱۱).

نتايج پژوهشي حاصل از آزمايشات باليني برنج طلائي در سال ۲۰۰۹ ميلادي بر داوطلبان بالغ آمريكائي در ژورنال تغذيه كلينيكي (Clinical Nutrition) آمريكا منتشر گرديد. نتايج مبين اينكه بتاكاروتن موجود در برنج طلائي مي تواند در بدن انسان تبديل به ويتامين آ گردد. نتايج حاصل از پژوهش هاي انجمن آمريكايي براي تغذيه (ASFN) نشانداد كه : برنج طلائي احتمالاً مي تواند حدود ۵۰ درصد ويتامين آ توصيه اي روزانه (RDA) افراد را با مصرف مقدار رايج تأمين كند لذا اين ميزان مصرف برنج طلائي را مي توان بخوبي جزو عادات غذايي كودكان و مادران گنجانيد. در واكنش به اين پژوهش ها ، گروهي از دانشمندان در نامه اي سرگشاده عنوان ساختند كه : شواهد متعددي از مصرف محصولات تراريخته ضمن آزمايشات كلينيكي وجود دارند كه در اثر بي ملاحظگي و عدم پيشبيني صحيح عوارض متناقض برنج طلائي حاصل آمده اند آنچنانكه باعث آسيب به سلامتي حيواناتي شده اند كه با برنج طلائی تعليف شدند. همچنين نتايج تحقيقاتي نشان مي

دهند كه "رتينوئيدهايي" (retinoids) كه از بتاكاروتن مشتق مي شوند ، جملگي سمّي بوده و موجب نقايصی در متولدين مي شوند (۱۱).

امروزه بخوبي دانسته اند كه بتاكاروتن در بسياري از مواد غذايي نظير ميوه ها و سبزي ها وجود دارد. بتاكاروتن موجود در غذاهاي طبيعي كاملاً سالم و ايمن است و مي تواند منبعي مطمئن براي تأمين ويتامين آ باشد. پژوهش هاي دانشگاه "نبراسكا" در زمينه منابع غذايي آلرژي زا نشانداد كه : پروتئين هاي حاصل از ژن هاي جديد برنج طلائي باعث بروز هيچگونه آلرژي نمي شوند. دانشگاه "تافت" (Tuft) "ماساچوست" در آگوست ۲۰۱۲ ميلادي با انجام مطالعاتي در زمينه برنج طلائي اقدام به انتشار نتايج در ژورنال تغذيه كلينيكي آمريكا نمود و ضمن آن مشخص شد كه : بتاكاروتن موجود در برنج طلائي همانند بتاكاروتن موجود در روغن ها مي تواند از منابع اصلي تأمين ويتامين آ براي كودكان باشد. نتايج مطالعات مذكور به تدوين پروتكل انجاميد امّا همچنان پرسش هاي متعددي در مورد ميزان تأثيرات تغذيه ای برنج طلائي بر كودكان وجود دارند (۱۱).

توسعه كاشت برنج طلائي :

"پوتريكوس" بعنوان متولي طرح برنج طلائي توانسته است نسبت به توزيع بذور برنج طلائي در ميان كشاورزان معيشتي موفق باشد. اعطاي امتياز رايگان برنج طلايي براي كشورهاي در حال توسعه در مجله "تايم" مورخه جولاي سال ۲۰۰۰ ميلادي به اطلاع عموم رسانيده شد. كمپاني "مونسانتو" از اولين شركت هايي بود كه نسبت به واگذاري رايگان امتياز استفاده از برنج طلايي به كشاورزان كشورهاي جهان سوّم پيش قدم گرديد. بدينطريق حق استفاده ۱۰ هزار دلاري سالانه هر كشاورز از بذور برنج طلائي منتفي گرديد. ضمن اينكه امكان بهره وري بذور حاصله براي سال هاي بعد نيز وجود دارد (۱۱).

امروزه ۵ مزرعه آزمايشي در فيليپين درگير با بررسي هاي اوليه برنج طلائي هستند تا امكان معرفي آنرا براي پذيرش زارعين فراهم سازند. پژوهش هاي بيشتري در ارتباط با سنجش ميزان سودمندي و ايمني برنج طلائي در جريان مي باشند تا نهايتاً آنرا در سال ۲۰۱۶ ميلادي بنحو مطلوب توسعه بخشند (۵).

منازعات مربوط به برنج طلائي :

توليد برنج طلایی با مناقشات و مجادلات متعددی روبرو است زيرا از جمله محصولات تغييريافته ژنتيکی (GM) محسوب می شود كه برای مبارزه با عوارض كمبود ويتامين آ در جوامع فقير توليد گرديده است. امروزه مناقشات در مورد محصولات مهندسي ژنتيك بصورت هاي مختلف افزايش يافته اند:

۱) اولين انتقادات منتسب به برنج طلائي مربوط به عدم كفايت آنها از نظر مقدار ويتامين آ بوده اند وليكن چنين معضلي با معرفي ارقام جديد برنج طلائي (GR 2) در سال ۲۰۰۵ ميلادی حل گرديد.

۲) دومين انتقادات در مورد سرعت تجزيه ويتامين آ و عدم اطمينان از دوام و پايداری آن پس از برداشت محصول و امكان بقايش ضمن فرآيند تبديل و پختن برنج بوده اند وليكن نتايج مطالعات سال ۲۰۰۹ ميلادي نشانداد كه برنج طلائي از قابليت تبديل به ويتامين آ در بدن انسان برخوردار مي باشد. مطالعات سال ۲۰۱۲

ميلادي نيز آشكار ساختند كه تغذيه ۶۸ كودك ۸-۶ ساله با برنج طلائي منجر به تأمين ويتامين آ مورد نياز بميزان بالاتري در قياس با تغذيه با اسفناج بوده است (۱،۱۱).

سازمان جهاني صلح سبز (greenpeace) با هر گونه استفاده از ارگانيزم هاي تغييريافته ژنتيكي در كشاورزي مخالفت مي ورزد و بكارگيري برنج طلائي را مضر مي داند. آنها ادعا مي كنند كه استفاده از برنج طلائي مي تواند شرايط را براي ورود ساير محصولات تراريخته در آينده فراهم سازد (۱،۱۱).

مؤسسه تحقيقات بين المللي برنج (IRRI) هر گونه ادعايي را در مورد فعاليت هاي پژوهشي و گسترش برنج طلائي بمنظور بازاريابي و فروش را مردود مي داند و آنرا كاملاً بشردوستانه و خيرخواهانه مي داند.
"واندا شيوا" از فعالان هندي ضد محصولات تراريخته عنوان مي دارد كه : توليد گياهان GM در واقع براي جامعه مضر نيست بلكه مي تواند موجب فقر زارعين و كاهش تنوّع زيستي گردد. او ادامه مي دهد كه مشكلات موجود ممكن است در اثر كنترل همه جانبه كشاورزي فزوني يابند. "واندا شيوا" با توجه به معضلات كمبود ويتامين آ در جوامع در حال توسعه عنوان مي كند كه : طرفداران برنج طلائي سعي در مخفي كردن محدوديت دستيابي به تنوّع و كفايت غذايي آن دارند در حاليكه گروه هاي مخالف عنوان مي دارند كه غذاهاي حاوي بتاكاروتن نظير سيب زميني شيرين ، سبزيجات برگي و ميوه ها مي توانند نيازهاي ضروري كودكان به ويتامين آ را تأمين نمايند (۱۱).

"كيت وست" مدير مركز سلامتي عامه مؤسسه "جان هاپكينز" بلومبرگ در پاسخ اظهارات فوق گفته است كه : مواد غذايي حاوي ويتامين آ بمقدار كافي و در تمامي فصول در دسترس نيستند و همچنين غالباً از قدرت خريد خانواده هاي ساكن كشورهاي در حال توسعه خارج مي باشند (۱۱).

"فرانسيسكو برانكا" از متخصصين سوء تغذيه سازمان بهداشت جهاني (WHO) در سال ۲۰۰۸ ميلادي اظهار داشتند كه انجام مطالعات حقيقي و قابل وثوق مشروحه زير مي تواند بسياري از مشكلات سوء تغذيه را در جهان سوّم مرتفع سازد :
۱) چگونگي استفاده مردم از برنج طلايي
۲) تجويز مواد مكمل به مردم
۳) غني سازي ژنتيكي محصولات غذايي با ويتامين آ
۴) آموزش مردم براي پرورش هويج و برخي سبزيجات برگي (۱۱).

کشاورزان فيليپيني و عدم پذيرش برنج طلايي :

کرت هاي آزمايشي برنج طلايي در ماه آگوست سال ۲۰۱۳ ميلادي توسط معترضان GR در فيليپين از خاك ريشه كن گرديدند. آنها معتقد بودند كه متعاقباً ساير محصولات تراريخته در فيليپين رواج خواهند يافت.
هيچكدام از كشاورزان محلي در اعتراضات مزبور شركت نجستند زيرا معتقدند كه صدمه زدن به گياه برنج بدشگون بوده و موجب تيره بختي مي شود (۱۱).
همزمان با تاريخ فوق بيش از ۴۰۰ كشاورز در مقابل وزارت كشاورزي فيليپين به تظاهرات پرداختند و نسبت به حذف برنج طلايي شعار دادند. آنها اعلام نمودند كه از خانواده هاي كشاورزان نبايد بعنوان موش هاي آزمايشگاهي بهره گرفت بلكه تا پايان آزمايشات مزرعه اي و اطمينان بخشي مطالعات آزمايشگاهي نبايد اجازه كاشت و مصرف برنج طلايي در فيليپين داده شود. نماينده كشاورزان اذعان داشت كه كاشت برنج طلايي براي زارعين از صرفه اقتصادي برخوردار نيست آنچنانكه درآمد ناخالص كشاورزان حوزه رودخانه "بيكول" (Bicol) حدوداً ۸۱۰ دلار آمريكا از هر هكتار شاليزار بوده است درحاليكه هزينه اي بالغ بر ۶۷۰ دلار آمريكا براي آبياري ، كوددهي ، آفتكش ، كارگر ، ادوات كشاورزي ، بذور و اجاره زمين متحمل گرديده اند (۴).

کشاورزان فيليپيني معتقدند كه كاشت برنج طلايي را بصورت تحميلي انجام مي دهند و هدف مسئولين را سيطره بر محصولات توليدي خويش قلمداد مي نمايند لذا از تداوم كاشت آن در مزارع امتناع مي ورزند.
عملكرد مزرعه اي برنج طلايي قادر به رقابت با واريته هاي برنج بومي نيست لذا مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج (IRRI) در مشاركت با مؤسسه تحقيقات برنج فيليپين (PhiRice) در صدد اجراي طرح هايي براي افزايش راندمان برنج طلايي و مقاوم سازي آن نسبت به آفات ، بيماري ها و علفكش ها هستند تا قابليت تجارتي آن افزايش يافته و مقبوليت لازم را براي پذيرش كشاورزان فراهم سازند (۴).

مخالفين طرح كاشت برنج طلايي در فيليپين از جمله دكتر "چيتو مدينا" از "گروه همكاري هاي ملي پژوهشگران و كشاورزان" (MASIPAG) عنوان مي نمايند كه : واريته برنج طلايي گواينكه همانند سبزيجات و ميوه ها سرشار از بتاكاروتن بعنوان پيش ماده ويتامين آ است امّا سيب زميني شيرين بميزان ۵ برابر برنج طلايي محتوي بتاكاروتن در هر گرم مي باشد بنابراين دولت فيليپين بجاي تمركز بر تجارتي ساختن برنج طلايي بهتر است توليد غذاي كافي ، پايدار و متنوّع را در نظر داشته باشد تا بخوبي بتواند از ميزان سوء تغذيه مردم بكاهد. آنها معتقدند كه حمايت دولتي از توصيه هاي IRRI مي تواند باعث گشودن مسير معرفي ساير محصولات GM در فيليپين گردد و بدينطريق كاهش عملكرد آنان نسبت به برخي محصولات بومي منجر به قحطي و جيره بندي مواد غذايي در منطقه گردد و همچنين دسترسي مردم به منابع متنوّع غذايي را محدود سازد (۴).

منابع و مآخذ :

1) Beyer , Peter & et al – 2013 – What is golden rice ? – http://www.foodpyramid.com

2) Cazzonelli , Christopher – 2011 – The science of golden rice (rewiring the grain) – Journal Founctional Plant Biology

3) Demont , M & et al – 2013 – Golden rice : what it is , what it does and how good it is at doing it ? – http://www.ajstein.de

4) Devon , L.J – 2014 – Philippine farmers reject golden rice as a corporate shame to indebt farmers and destroy food security – Natural Health News & Scientific Discoveries ; http://www.naturalnews.com

5) Friedman , Lauren.F – 2014 – A miracle rice could save millions of lives – Business Insider Inc.

6) Ghisla , Yu.Q & et al – 2011 – The science of golden rice (metabolic engineering) – Journal Biochem , 286 : 8666-8676

7) Hayes , Mike – 2014 – What is golden rice ? – http://www.answers.com

8) Johnson , Nathanael – 2013 – Golden rice : fool`s gold or golden opportunity ? – http://grist.org/food/golden

9) Potrykus , Ingo – 2005 – Golden rice project (history of the golden rice project) – http://www.goldenrice.org

10) Spady , Tyrone – 2014 – Golden rice is part of the solution – http://goldenrice.org

11) Wikipedia – 2014 – Golden rice – http://en.wikipedia.org

12) http://www.merriam-webster.com/dictionary

13) http://farsilookup.com

" برنج چند ساله " ؛
" perennial rice "

پیشگفتار :

برنج از منابع عمده غذايي در قاره آسيا محسوب مي گردد. برنج همچنين در آفريقا و آمريكاي لاتين از اهميّت والايي برخوردار است. پس از گذشت حدود ۴۰ سال از انقلاب سبز اوّل در اوايل دهه ۱۹۶۰ ميلادي و ضمن آن بكارگيري واريته هاي اصلاح شده برنج و مديريت عمليات زراعي هنوز هم اكثريت توليد برنج جهان در همان محدودهٔ جغرافيايي توليد مي گردد كه تقاضا براي مصرفش وجود دارد. در واقع ميزان محصول توليدي برنج يكساله جهان در فاصله سال هاي ۸۰-۱۹۶۰ ميلادي فقط ۳ درصد رشد يافت امّا بتدريج بعد از اواسط سال هاي ۱۹۸۰ ميلادي بر مقدار محصول برنج توليدي اضافه گرديد كه بواسطه امكانات جديد توليد و وجود تقاضا بوده است. از سال هاي ۱۹۹۰ ميلادي كه خطر قحطي مواد غذايي فروكش نمود آنگاه افزايش توليد برنج از ۳ درصد به ۱/۲۵ درصد نزول يافت وليكن اين كاهش توليد با دو واقعه زير همگام گرديد :

الف) افزايش پرورش ارقام مطلوب برنج

ب) نزول حاصلخيزي خاك شاليزارها (۳).

با وجود كاهش روند صعودي محصول برنج بر ميزان تقاضا براي اين محصول مهم بواسطه فزوني جمعيت بشر افزوده گرديد. آمارهاي اخير نشان مي دهند كه توليد برنج در سال ۲۰۳۵ ميلادي بايد به ۱۱۶ ميليون تن برسد تا پاسخگوي نيازهاي موجود ساكنين زمين باشد. اين مقدار توليد بايد در شرايطي حاصل شوند كه موضوعاتي نظير :

كاهش اراضي كشاورزي ، كاهش آب آبياري ، كاهش كارگران و بكارگيري سيستم هايي با كارآيي بيشتر در عين سازگاري با محيط زيست مطرحند (۳).

مقدّمه :

جمعیت جهان به تدریج تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۹ میلیارد نفر نزدیک می شود. برآوردهای اخیر نشان می دهند که به بیش از ۴۰ میلیون هکتار از شالیزارهای غرقابی جدید نیازمندیم تا تولید برنج به ۱۱۸ میلیون تن در سال ۲۰۳۵ میلادی افزایش یابد که این مقدار حدوداً بیش از ۲ برابر تولید کنونی این محصول در جهان است.

گیاه برنج را هر ساله در وسعتی معادل ۱۴ میلیون هکتار از اراضی آپلند بدون آبیاري می کارند. عملکرد پایه فعلی برنج های آپلند کمتر از یک تن در هکتار است ولیکن در صورتیکه عملکرد برنج آپلند تا سطح ۴-۳ تن در هکتار فزونی یابد آنگاه عملکرد منطقی به میزان ۴۰ میلیون تن تحت شرایط غیر حاصلخیز و نامرغوب متصوّر خواهد بود.

اراضی آپلند بطور معمول در معرض : خشکي ، خاك هاي غير حاصلخيز ، هجوم علف هاي هرز و سرايت بيماري هاي گياهي قرار دارند. تلفيق چنين مصائبي منجر به فرسايش و تخريب خاك اراضي آپلند در نتيجهٔ فعاليت هاي كشاورزي مي گردند. راه حل عملي براي اين مشكل همانا بكارگيري برنج هاي آپلند چندساله بجاي برنج هاي زراعي يكساله موجود است كه هرساله نيازمند آماده سازي بستر براي كاشت مجدد هستند. زراعت برنج هاي آپلند چندساله علاوه بر اينكه بواسطه پوشش دائمي سطح خاك موجب كاهش فرسايش بستر مي شوند، با وجود كاهش عملكرد محصول بواسطه عدم نياز به انجام بسياري از عمليات زراعي نظير شخم و كاشت (يا نشاء) نهايتاً به افزايش درآمد زارعين و پايداري توليدات كشاورزي منتهي مي گردند (۳).

گیاهان دانه اي چندساله :

تولید گیاهان دانه اي چندساله (perennial grain) نظیر : گندم ، چاودار ، تریتیکاله ، یولاف ، برنج ، سورگوم ، ارزن مرواریدي ، ذرت و سویا در برخي از مؤسسات پژوهشي كشورها و سازمان هاي تحقیقاتي مستقل جریان دارد. تصوّر نمائید كه محصولاتی نظیر : ذرت ، گندم و برنج هر ساله بدون شخم زدن و كاشت بذور بعمل آیند. چنین محصولاتی می توانند تأثیرات شگرفی در جهت جلوگیری از تخریب اراضی ، بهبود وضعیت خاک و تثبیت كربن گردند و بدینگونه به زندگی انواع بشر كمک نمایند. رؤیای دستیابی گیاهان دانه ای چندساله بسیار امیدوار كننده و نویدبخش است. امروزه اخبار دلگرم كننده بسیار بیشتر از سال های قبل به گوش مي رسند (۴).

درحالیكه بسیاري از میوه ها، آجیل ها و گیاهان علوفه اي جزو گیاهان چندساله هستند ولیكن تمامي محصولات دانه اي كنوني بشر در زمره گیاهان یكساله و یا گیاهان چندساله اي مي باشند كه بحالت یكساله پرورش مي یابند. دانشمندان چندین كشور استدلال مي كنند كه انواع چندسالهٔ محصولات دانه اي باید توسعه یابند تا بدینطریق به كشاورزي پایدارتري دست یازیده شود. زیروروكردن خاك (cultivation) غالباً ضربات زیان بخشي به آگرواكوسیستم ها وارد مي سازد. بعنوان مثال : سیستم هاي زراعي كه نیازمند شخم و آماده سازي بستر هستند، علاوه بر اینكه آب بیشتري مصرف مي كنند، دچار معضلات زیر نیز مي گردند :

الف) افزایش آلودگي آب ها
ب) افزایش فرسایش خاك
پ) كاهش ذخیره كربن
ت) افزایش انتشار گازهاي گلخانه اي
ث) كاهش زیستگاه طبیعي جانداران مفید
ج) كاهش تنوّع زیستي (۶).

برنامه ارزیابي اكوسیستم هزاره یا "MEA" (Millennium Ecosystem Assessment) سازمان ملل در سال ۲۰۰۵ میلادي گزارش نمود كه بسیاري از فعالیت هاي كشاورزي بشر بزرگترین تهدید براي تنوّع زیستي و فعالیت صحیح اكوسیستم ها هستند درحالیكه محصولات دانه اي چندساله بر طبق استدلال هاي زیر قادر به كاهش چنین تهدیداتي مي باشند :

۱) بسیاري از اراضي كشاورزي به میزان ۷۵ درصد در ایالات متحده آمریكا و ۶۹ درصد در سطح جهان به تولید محصولات دانه اي نظیر : غلات ، دانه هاي روغني و لگوم ها اختصاص مي یابند. اینگونه محصولات دانه اي شامل تولیداتي نظیر : گندم ، برنج و ذرت هستند كه جمعاً بیش از ۷۰ درصد كالري غذایي بشر را تأمین مي كنند.

۲) تمامي محصولات دانه اي موجود در زمره گیاهان یكساله محسوب مي گردند لذا هر ساله در اراضي كه خاك هایش زیرورو مي گردند، كاشته مي شوند.

۳) اجراي مكرر عملیات خاكي بر احتمال تخریب و نزول حاصلخیزي اراضي كشاورزي مي افزایند.

۴) تكنولوژي زراعت بدون شخم (no-till) قادر به پرورش گیاهان "كوتاه عمر" و یكساله با كمترین عملیات خاكي است امّا گیاهان چندساله مي توانند بیشترین محافظت را از خاك ها بواسطه پوشش سطح زمین در سراسر سال بعمل آورند. ایجاد مجموعه اي از گیاهان شامل : درختان ، بوته ها و گیاهان علفي چندساله در

آگروسيستم ها باعث ايجاد پوشش دائمي بر سطح اراضي مي گردد و بدينگونه به تعديل نوسانات حرارتي و رطوبتي منجر به تخريب خاك ها كمك مي كنند (۶).

اولین کارگاه اصلاح غلات چندساله در سال ۲۰۰۹ میلادی به گردآوری بسیاری از پژوهندگان مربوطه از سراسر جهان اقدام ورزید. گیاهان دانه ای چندساله مشتمل بر : غلات یا گراس های بذری (cereal) ، حبوبات یا لوبیاهای خشک (legume) و دانه های روغنی (oilseed) می باشند. زمانیکه غلات چندساله را با سایر محصولات عمده چندساله مقایسه کنید آنگاه در می یابید که آنها از اهمیّت و قداست بیشتری بهره مندند بویژه اینکه خویشاوندی بیشتری با همدیگر دارند. مردم بخوبی دریافته اند که محصول آنها را چگونه برداشت، فرآیند، پخت و مصرف کنند. بعلاوه ساختارها و ابزارهای کمتری برای جابجایی آنها لازم است (۴).

غلات چندساله زیادی برای تمامی اقالیم جغرافیایی در حال توسعه هستند. این اقالیم شامل شمالی ترین دشت ها تا ارتفاعات نواحی استوایی و اراضی دلتاهای متأثر از شوری می گردند. دانشمندان در چالش تولید محصولات دانه ای چندساله مرددند که به کدامیک از دو طریق زیر عمل کنند :

الف) در جستجوی قابلیت ماندگاری یا چندساله بودن در محصولات یکساله فعلی

ب) اهلی کردن گیاهان چندساله وحشی

تاکنون تمامی تلاش های مرتبط با پرورش گیاهان دانه ای چندساله در شرایط "ماساچوست" آمریکا قرین شکست بوده اند. سلکسیون هایی که بمنظور چندساله سازی از میان گونه های مختلف گندم ، چاودار ، ذرت و سورگوم صورت گرفته اند، تماماً با فرارسیدن سرمای زمستان نابود شده و یا بصورت یکساله در آمده اند(۴).

توسعه گياهان دانه اي چندساله :

دانشمندان بطور کلي سه شيوه زير را براي توسعه محصولات دانه اي چندساله پيشنهاد کرده اند :

۱) از ريخته ارثي (gene pool) برخي از محصولات دانه اي چندسالهٔ اهلي حتي اگر عموماً بصورت يکساله کشت مي گردند، استفاده شود. مثلاً : نخود کفتري (pigeon pea) با نام علمي "Cajanus cajan" از جمله حبوباتي (pulse) است که داراي دانه هاي درشت مي باشد وليکن شامل واريته هاي "کوتاه عمر" (يکساله) و "طولاني عمر" (چندساله) است. در صورتيکه واريته يکساله داراي عملکرد بالا را با واريته هاي "طولاني عمر" تلاقي دهند آنگاه واريته هاي قوي چندساله با عملکرد زياد حاصل مي آيند (۶).

۲) دومين ريخته ارثي شامل اکثريت گياهان دانه اي اهلي از جمله گونه هاي چندساله است. ژن هاي موجود با وجود دشواري در حد امکان بين چنين گونه هايي مبادله مي شوند. اينگونه ژن ها باعث تغيير خصوصيات زراعي گياهان وحشي چندساله نظير افزايش اندازه بذرها مي شوند. بعنوان مثال : ژن هاي مورد نظر را مي توان از خويشاوندان دانه اي اهلي بدست آورد. متقابلاً ژن هايي براي افزايش طول عمر گياهان دانه اي اهلي از خويشاوندان چندساله وحشي با روش تلاقي کسب نمود. از جمله : برنج اهلي آسيايي را مي توان با گونه هاي چندساله وحشي برنج تلاقي داد تا به تغيير ژن ها براي حصول برخي صفات منتهي گردد(۶).

۳) گياهان چندساله وحشي حائز بذوري سرشار از روغن ، کربوهيدرات و پروتئين را مي توان بدون هر گونه هيبريداسيون اهلي نمود. همانگونه که محصولات دانه اي امروزي غالباً طي هزاران سال اهلي گرديده اند امّا تکنيك هاي ژنتيك مولکولي و نظريه هاي ژنتيکي مدرن مي توانند تسهيلات عديده اي را در مقايسه با فرآيندهاي اهلي سازي پيشين فراهم سازند (۶).

فواید گیاهان دانه اي چندساله :

۱) دستيابي بيشتر به منابع در فصول رشد طولاني :

گياهان چندساله غالباً زودتر از گياهان يكساله در اوايل بهار سبز مي شوند و در پائيز پس از مرگ گياهان يكساله به حالت كمون (dormant) فرو مي روند. طويل شدن فصول رشد اجازه مي دهد تا گياهان چندساله به مدت بيشتري حائل خاك سطحي در مقابل نور خورشيد و بارندگي ها باشند. بعنوان مثال : گياهچه هاي سوياي يكساله در ايالت "مينه سوتا" ضمن اوايل ژوئن از خاك سبز مي گردند درحاليكه بوته هاي يونجه چندساله بسيار زودتر رشد يافته اند و اينك آماده اولين برداشت هستند بنابراين در زمانيكه محصول سويا شروع به توليد مواد فتوسنتزي مي كند، همزمان مزرعه يونجه مجاور حدوداً ۴۰ درصد توليد سالانه اش را انجام داده است (۶).

۲) دستيابي مواد بيشتر توسط ريشه هاي عميق تر :

گياهان حائز عمر طولاني به توليد سيستم ريشه اي بزرگتر و عميق تري در قياس با گياهان "كوتاه عمر" سازگار با همان منطقه مي پردازند. ريشه هاي عميق سبب مي گردند كه گياهان چندساله به حجم بيشتري از خاك در هر سال دسترسي يابند. دستيابي به حجم بيشتر خاك موجب مي گردد كه محصول بيشتري از هر واحد اراضي كشاورزي به دليل مصرف مقادير زيادتري از آب هاي ذخيره اي خاك بويژه در اقاليم "كم باران" حاصل آيند (۶).

زمانيكه گياهان حائز ريشه هاي كم عمق نظير برنج اكثريت عناصر غذايي مورد نياز را از لايه سطحي خاك كسب مي كنند آنگاه ريشه هاي عميق گياهان چندساله مي تواند بخش قابل ملاحظه اي از فسفر مصرفي را از خاك زيرين حاصل نمايد. ريشه هاي عميق بويژه در بسترهاي فقير حائز اهميت هستند زيرا آنها از طريق گسترش بيشتر مي توانند بر حجم خاك قابل دسترسي بيفزايند (۷).

۳) افزايش كارآيي عناصر غذايي خاك :

آبشويي ازت حاصل از كودها در اراضي زراعي تحت پوشش محصولات چندساله اي نظير يونجه (Lucerne) بسيار كمتر از محصولات يكساله اي مثل ذرت صورت مي پذيرد. پديده مشابهي در اراضي غيرحاصلخيز تحت گياهان علوفه اي وحشي مشاهده مي گردد. درحاليكه مزارع گندم مجاور نيازمند افزودن كودها بصورت سالانه هستند آنگاه اراضي تحت گراس هاي وحشي چندساله براي ۱۰۰-۷۵ سال مداوماً به توليد علوفه سرشار از نيتروژن مي پردازند، بدون اينكه هيچگونه كاهشي در ميزان توليد و يا حاصلخيزي خاك ايجاد گردد. احتمالاً سيستم ريشه اي بزرگتر گياهان چندساله ، جمعيت ميكربي كه در حمايت ريشه هاي آنان شكل مي گيرند و چرخه عناصر غذايي قابل عبور از سيستم نسبت به آنچه بصورت زودگذر در محدوده سيستم ريشه محصولات يكساله واقع مي شوند، داراي كارآيي بيشتري هستند (۶).

۴) پايداري توليد در اراضي حاشيه اي :

برخي محققين معتقدند كه زراعت غلات يكساله در مقياس وسيع اراضي غير حاصلخيز دنيا در دراز مدت به پايداري توليد لطمه مي زنند زيرا بر احتمال بروز فرسايش خاك مي افزايند. سيستم هاي زراعت گياهان چندساله و آگروفورستري براي چنين مناطقي مناسب ترند وليكن موارد فوق در شرايط موجود به توليد محصولات دانه اي نمي انجامند. امروزه محصولات دانه اي به امنيت غذايي بيشتري در قياس با محصولات

علوفه اي و ميوه ها منتهي مي شوند زيرا آنها برخلاف محصولات علوفه اي بطور مستقيم به مصرف تغذيه بشر مي رسند و همچنين آنها را مي توان برخلاف ميوه ها براي مصرف در ماه هاي زمستان و فصول خشك انبار نمود (۶).

۵) كاهش فرسايش خاك :

اراضي كشاورزي بويژه در مناطق گرم و مرطوب زمانيكه به هر دليل از جمله شخم زدن فاقد سبزينگي مي شوند، بشدت در معرض آسيب پذيري و تلفات عناصر غذايي در اثر فرسايش آبي، فشردگي خاك ، نزول مواد آلي خاك و كاهش بيوماس ميكربي قرار مي گيرند. مزارع فرسوده دچار كاهش توليد مي شوند سپس ذرات خاك و عناصر غذايي محلول سبب بروز مشكلات عديده اي در اراضي پائين دست مسير رواناب ها مي گردند كه از جمله آنها مي توان به وقوع كمبود اكسيژن (hypoxia) در رودخانه ها و درياها و همچنين تجمع آبرفت ها (silting) در آبراهه ها و آب بندان ها اشاره داشت. گياهان چندساله بعد از برداشت مجدداً رشد مي يابند و پوشش مناسبي را جهت محافظت از سطح خاك بوجود مي آورند كه بدينگونه مزارع نيازي به شخم زدن بعد از هر برداشت نخواهند داشت.

پژوهندگان "مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج" (IRRI) باور دارند كه : برنج چندساله مي تواند به بهبود پايداري توليدات غذايي در اراضي تپه اي و زمين هاي پائين دست رواناب ها منجر گردد (۷).
مؤسسه جنگل ها و مراتع ايالات متحده آمريكا از گراس هاي چندساله براي جلوگيري از فرسايش خاك ها بهره مي جويد. اينگونه گياهان چندساله حائز سيستم ريشه اي ستبري هستند بطوريكه ذرات خاك را بهم متصل مي سازند و بدين ترتيب از فرسايش هاي آبي و بادي خاك سطحي جلوگيري بعمل مي آورند. رواناب ها در چنين خاك هايي به آرامي شكل مي گيرند لذا فرصت بيشتري براي نفوذ در زمين جهت تقويت مخازن آب هاي زيرزميني فراهم مي شود. با كاشت گياهان چندساله از مقدار آب هاي جاري در جويبارها به سبب نفوذ در آب هاي زيرزميني كاسته مي شود امّا اين موضوع مي تواند از ميزان فرسايش بستر جويبارها و رودخانه ها نيز به شدت بكاهد (۶).

۶) افزايش جمعيت حيات وحش :
مؤسسه جنگل ها و مراتع ايالات متحده آمريكا عنوان مي دارد كه آزادسازي آب ها به داخل جويبارها در صورت بكارگيري گياهان چندساله كاهش مي يابد آنچنانكه به ثبات نسبي مي رسد درحاليكه در غير اين صورت دچار دوره هاي متناوب پُر آبي ، كم آبي و حتي خشكي مي شدند. ثبات سطح آب در رودخانه ها موجب افزايش جمعيت حيات آبزيان وحشي نظير ماهيان و همچنين دوزيستان (amphibian) ، پرندگان آبزي (waterfowl) و پستاندارانی (mammal) مي شود كه به منابع آبي با ثبات وابسته اند (۶).

۷) كاهش جنگل زدايي :
كشاورزي از طريق بريدن سبزينگي و سوزاندن بقايا (slash & burn) فقط قطعات محدودي از جنگل ها را بر تپه هاي استان "يئونان" چين برجا گذاشته است. قطعاتي كه در تصاوير هوايي به رنگ سبز روشن بر اراضي تپه اي ديده مي شوند، متعلق به مزارع برنج آپلند در اراضي جنگل زدائي هستند. غلات چندساله حائز عملكرد زياد و سرشار از عناصر غذايي به كشاورزان فقير سراسر دنيا اجازه مي دهند تا به صورت نامحدود به توليد غذا در اراضي كوچك بپردازند. امروزه بسياري از كشاورزان معيشتي به پاكسازي قطعاتي از اراضي جنگلي براي توليد محصولات زراعي-باغي اقدام مي كنند. هنگامي كه خاك در نتيجه عناصر غذايي موجود شسته مي شود آنگاه اراضي تخريب شده بحال خويش رها مي گردند و قطعات تازه اي از جنگل براي اين منظور بريده و سوزانده مي شوند. جنگل هاي جديد اغلب در محل قطعات رهاشده مجدداً شكل مي گيرند و گاهاً گراس هاي هرز تمامي اراضي مزبور را بحالت سبزينگي غالب مي پوشانند. صدمات محيطي اين سيستم توليد محصولات كشاورزي عبارتند از :
الف) كاهش تنوّع
ب) افزايش انتشار دي اكسيد كربن
پ) افزايش رواناب ها
ت) كاهش ميزان بارندگي ها
دانشمندان معتقدند كه جنگل زدايي بايد از طريق بكارگيري عمليات زراعي صحيح كه منجر به حفظ حاصلخيزي خاك ها مي شوند، بشدت كاهش يابد و سپس حذف گردد (۷).

۸) مقاومت به خشكي :

برنج يكساله داراي سيستم ريشه اي كم عمق است و حساسيت زيادي به وقوع خشكي دارد. گياهان "طولاني عمر" (long-lived) از وقت كافي براي توسعه و تعميق سيستم ريشه اي سود مي برند و بدينطريق به رطوبت بيشتري در قياس با گياهان يكساله دست مي يابند. ضمناً خاك هاي شخم خورده سريعتر از خاك هاي بدون شخم خشك مي شوند(۷).

۹) مقاومت در برابر علف هاي هرز :

فشار علف هاي هرز در سيستم هاي برنج آپلند با دوره هاي آيش كوتاه مدت بشدت افزايش مي يابد. برخي از اكولوژيست ها عقيده دارند كه : علف هاي هرز بعنوان اصلي ترين مانع تداوم زراعت ها در اقاليم گرم و مرطوب بشمار مي آيند و مزارع غالباً بواسطه شدت هجوم آنها رها مي گردند زيرا عدم كنترل جمعيت علف هاي هرز بيش از افزايش آفات و نزول حاصلخيزي خاك ها به توليدات گياهي آسيب مي رساند. حتي احياء علفزارها با گياهان چندساله مي تواند مانع هجوم و استقرار علف هاي هرز سمج و مهاجم از طريق افزايش رقابت با آنها گردد (۷).

مضرّات گیاهان دانه اي چندساله :

۱) عدم تأمین نیازهاي غذایي کنوني :

محصولات دانه اي چندساله در اولین مراحل توسعه هستند و ممکن است سال ها طول بکشد تا ضمن اصلاح مداوم بتوانند عملکردي معادل گیاهان دانه اي یکساله کسب کنند.

۲) دشواري بکارگیري تناوب زراعي :

استفاده از تناوب زراعي (crop rotation) در سیستم زراعت گیاهان چندساله مقدور مي باشد امّا دوره تناوب ضرورتاً طولاني مي گردد. مثلاً : محصولات علوفه اي (hay crop) چندساله اي نظیر یونجه (alfalfa) در تناوب هاي ۵-۳ ساله با گیاهان زراعي یکساله یا سایر محصولات علوفه اي چندساله قرار مي گیرد. آهنگ آهسته تناوب زراعي گیاهان چندساله در مقایسه با محصولات یکساله به پاتوژن ها ، آفات و علف هاي هرز اجازه استقرار و شیوع مي دهد (۶).

۳) بالابردن مقدار مواد آلي خاك :

محصولات گیاهي حائز سیستم ریشه اي گسترده در غیاب شخم زدن و همچنین در خاك هاي فاقد مواد آلي مي توانند به افزایش مواد آلي خاك کمك کنند و بدینگونه باعث تثبیت و عدم تحرك تمامي فسفر و نیتروژن خاك گردند. تولید سیستم با وقوع این اتفاق نزول مي یابد مگر اینکه :

الف- تعادلي بین معدني شدن (mineralization) عناصر غذایي و تثبیت و بي تحرّکي (immobilization) آنها حاصل آید.

ب – کودهاي مورد نیاز به سیستم اضافه گردند (۶).

۴) صدمات هیدرولوژیك :

گیاهان چندساله مي توانند حائل قطرات باران با زمین گردند و بدینطریق بر کارآیي بارندگي ها در قیاس با زراعت هاي یکساله بیفزایند. این موضوع باعث کاهش جریان رواناب هاي سطحي بسوي رودخانه ها و نزول سطح سفره هاي آب زیرزمیني مي گردد (۶).

۵) کاهش انتقال عناصر غذایي به اراضي پائین دست :

جایگزیني وسیع زراعت هاي یکساله با کشت هاي چندساله مي تواند باعث ثبات خاك ها گردد و بدین ترتیب از آبشویي (leaching) نیترات از اراضي بالادست بسوي اراضي پائین دست بکاهد درحالیکه کشاورزان مناطق پائین دست غالباً به ورود اینگونه عناصر غذایي متکي هستند. از طرف دیگر برخي نواحي ممکن است از اصلاح کیفیت آب ها بهره مند شوند (۶).

۶) تأمین زیستگاه آفات :

اگر مزارع را در بخشي از سال بحالت لخت رها نسازند آنگاه احتمالاً جمعیت جوندگان و آفات افزایش مي پذیرند. سوزاندن کاه و کلش گیاهان دانه اي چندساله قادر به کاهش چنین جمعیتي است امّا سوزاندن بقایاي گیاهي در برخي نواحي مجاز نیست. بعلاوه جوندگان و حشراتي که در زیر خاك زندگي مي کنند، با وجود

سوزاندن بقاياي گياهان چندساله همچنان زنده مي مانند درحاليكه شخم زدن مي تواند ساختار چنين زيستگاه هايي را از هم بپاشد (۶).

گياهان دانه اي نويدبخش :

۱) گندم چندساله :

زمانيكه بدواً گندم زراعي با تعدادي از گونه هاي جنس "تريتيكوم" (triticum) و گراس هاي چندساله تلاقي داده شد، هيچكدام از اين تلاش ها به توليد گندم چندساله منجر نگرديد زيرا وضعيت بغرنجي بين تعداد كروموزوم هاي گندم زراعي هگزاپلوئيد (6n) با گندم چندساله ديپلوئيد (2n) وجود داشت. كوشش ها براي توسعه گندم چندساله ادامه نيافت لذا نظرها متوجّه اصلاح ارقام مختلف گندم يكساله شد (۳).

گندم (wheat) با نام علمی "Triticum aestivum" از برجسته ترین غلات جهان محسوب می گردد. اصلاح گندم چندساله از حدود یکصد سال پیش در شوروی سابق آغاز گردید ولیکن نتایج تحقیقاتی فقط با کمک تکنیک های جدید علمی حاصل شده اند. گندم چندساله در اثر تلاقی گندم زراعی یکساله با گونه های مختلف علف گندمی (wheatgrass) با نام علمی "Thinopyron sp" بدست آمده است. نتایج یک پژوهش توسط دانشگاه واشنگتن نشانداد که برخی واریته های گندم چندساله از عملکردی معادل ۹۳ درصد گندم های زراعی یکساله برخوردار بوده اند که بسیار قابل تأمل بوده است (۴).

در یک مطالعه که اخیراً انجام پذیرفته است گندم چندساله حدوداً ۵۰ درصد راندمان گندم های یکساله را طی سال های اوّل و دوّم نشانداد ولیکن بسیاری از بوته های مزبور در پایان سال دوّم از بین رفتند. مؤسسات تحقیقاتی مربوطه از جمله : "Land institute" و "Washington state" تاکنون موفق به زنده نگهداشتن گندم های چندساله برای چندین سال متوالي نشده اند. مؤسسات تحقیقاتی استراليا معتقدند که در صورت اصلاح گندم های چندساله فقط به راندمانی معادل ۴۰ درصد گندم های زراعی یکساله دست خواهند یافت لذا آنرا عمدتاً برای چرانیدن گوسفندان مناسب می دانند. بسیاری از گیاهان حاصل از هیبریداسیون گندم های معمولی با علف گندمی (wheatgrass) با وجود برخورداری از ویژگی چندساله بودن عمدتاً "نرعقیم" (male strile) بوده اند (۴).

۲) جو چندساله :

گیاه جو (barley) با نام علمی "Hordeum vulgare" با اقالیم خیلی سرد و فصول رشد کوتاه سازگاری یافته است. هنگامی که جو زراعی یکساله را با واریته وحشی و چندساله اش موسوم به "جوموشی" با نام علمی "H.jubatum" تلاقی دادند، منجر به افزایش ویگوریتی و مقاومت به بیماری های گیاهی گردید. امروزه محققین بسیاری در زمینه اصلاح جو چندساله در اسکاندیناوی، شمال کانادا و سیبری فعالیت می نمایند (۴).

۳) چاودار چندساله :
از دیگر محصولات دانه اي چندسالۀ امیدبخش را چاودار عنوان مي كنند. چاودار (rye) با نام علمی "secale cereale" از جمله غلات یکساله ای است که از قابلیت تجاری برخوردار می باشد. چاودار یکساله را با ارقام وحشی آن نظیر "S.montanum" تلاقی داده و تاکنون چندین واریته از جمله : "permontra" و "ACE-1" حاصل آمده اند. طبق مطالعات اخیر ، عملکرد چاودارهای چندساله ضمن سال های اوّل و دوّم حدود ۷۳ درصد عملکرد همتاهای یکساله خویش هستند ولیکن میزان عملکرد از سال سوّم به بعد کاهش می یابد. عملکرد چاودار یکساله اصولاً اندکی کمتر از عملکرد گندم یکساله است. با این وجود احتمالاً چاودار چندساله در آیندۀ نزدیک بیش از سایر غلات چندساله در سراسر جهان کاشته خواهد شد (۴). يك رقم چاودار چندساله بنام "perenne" تاكنون در كشور مجارستان به منظورهاي توليد دانه و علوفه معرفي گرديده است(۳).

۴) سورگوم چندساله :
صفت چندساله بودن را در گیاه سورگوم نیز مي توان مشاهده نمود. سورگوم هاي جديد در شرايط گرمسيري قادر به رشد مجدد از گره هاي طوقه اي پايه اصلي براي توليد راتون هستند. توانايي "ريزوم دهي" (rhizomatousness) تاكنون در بسياري محصولات زراعي گزارش شده است. براي پرورش سورگوم پايا در مناطق معتدله بايد به تلفيق دو ويژگي : چندساله بودن و توانايي تحمل سرماي زمستان (winter hardiness) در گياهان پرداخت تا در طي فصل سرما بقاء يابند. چالش واقعي در چنين مواردي عبارت از محدوديت منابع ژنتيكي گياه سورگوم مي باشد زيرا سورگوم اصولاً با مناطق گرمسيري زمين سازگاري يافته است لذا براي استخراج ژن مورد نظر بايد به سورگوم ها اجازه طي نمودن سرماي زمستان داده شود (۳).

سورگوم (sorghum) دانه ای با نام علمی "sorghum bicolor" ضعیف ترین ویژگی چندساله بودن و راتون دهی یا ساقه دادن مجدد را در بهترین شرایط از جمله اقالیم گرمسیری بروز مي دهد. اصلاح و ازدیاد سورگوم چندساله بر انجام تلاقی سورگوم های یکساله با سورگوم وحشی یا "قیاق" (johnsongrass) با نام علمی "S.halipense" متمرکز می باشد که در حقیقت نوعی علف هرز سمج و دائمی باغات میوه محسوب می گردد. در اینجا چالشی بزرگ در ضعیف و حساس بودن ریزوم های گیاه سورگوم همانند ذرت در مواجهه با سرمای زمستان وجود دارد آنچنانکه قادر به بقاء در مناطقی بجز اقالیم گرمسیری نیست (۴).

سورگوم چندساله به پیشرفت های بیشتری نسبت به سایر انواع گیاهان دانه ای نائل آمده است ولیکن هنوز آماده توزيع و توسعه سراسري نیست. سورگوم های چندساله فقط بمنظور تولید دانه هایش اصلاح نگردیده اند بلکه اهمیّت زیادی از نظر تولید شربت هایی (sweet syrup) دارند که در سراسر آمریکا از ساقه های آن تهیّه می شوند. سورگوم ها نسبت به بسیاری از اقالیم سازگار هستند امّا اصولاً مناسب مناطق خشکی می باشند که به میزان کمتری به کاشت ذرت اختصاص می یابند (۴).

۵) ذرت چندساله :

ذرت (corn , maize) با نام علمی "zea mays" یکی از عمده ترین محصولات غذایی کره زمین می باشد. ذرت چندساله می تواند تخریب اراضی شیبدار را در سراسر مناطقی که به کاشت ذرت یکساله می پردازند، کاهش و یا حتی متوقف سازد. بسیاری از دانشمندان و محققین اصلاح نباتات برای سال ها در این زمینه فعالیت می کنند ولیکن تاکنون فقط به پیشرفت های محدودی دست یافته اند. ذرت وحشی که گیاهی دیپلوئید و چندساله موسوم به "تویسینت" (toesinte) با نام های علمی "zea diploperennis" یا "z.mixicana" است و بعنوان علوفه بومی در مناطقی از مکزیک و آمریکای مرکزی مطرح می باشد، قادر به ایجاد تلاقی با ذرت های زراعی یکساله است. اخیراً برخی دیگر از ذرت های وحشی توسط دانشمندان یافت گردیده اند (۴).

ذرت قابلیت تلاقی با برخی خویشاوندان نسبتاً دور و چندساله ای نظیر : "گاماگراس شرقی" (gammagrass) با نام علمی "Tripsacum dactyloides" و همچنین خویشاوند کوتوله اش يعني : "فاکاهاتچه" (Fakahatchee) با نام علمی "T.floridanum" را دارد. مؤسسات تحقیقاتی پیشرفت های قابل توجهی در جهت توسعه ذرت چندساله داشته اند. آنها عنوان می کنند که برای معرفی ذرت های چندساله زراعی لااقل به ۱۰ سال دیگر زمان نیاز است. یکی از چالش ها چنین است که ریزوم های چندساله ای که باید زمستان ها را سپری نمایند، به اندازه کافی نسبت به سرما مقاومت ندارند بنابراین محققین توجه خویش

را به تولید ریزوم های عمیق تر متمرکز ساخته اند تا قادر به تحمل سرماهای زیر صفر باشد. البته این موضوع برای مناطق گرمسیری اهمیتی ندارد زیرا در چنین مناطقی که میلیون ها انسان به ذرت بعنوان ماده غذایی اصلی متکی هستند، هیچگونه سرمای زیر صفر حادث نمی گردد. اخیراً وزارت کشاورزی آمریکا (USDA) علاقه اش را به تولید ذرت چندساله ابراز داشته است لذا در صورت تخصیص اعتبارات کافی به پیشرفت های بزرگی منتهی خواهد شد (۴).

۶) نیپا چندساله :

"نیپا" (nipa) با نام علمی "Distichlis palmeri" از جمله گراس های چندسالهٔ مقاوم به شوری است که در دلتای بیابانی "سونوران" (sonoran) مابین ایالت های "آریزونا" و کالیفرنیا می روید. طعم دانه های "نیپا" بسیار عالی است. امروزه جمعیت این گیاه وحشی بواسطه تخریب آب بندان ها و برکه های طبیعی بشدت کاهش یافته اند. دستجات (patch) وحشی "نیپا" تقریباً ۱/۲۵ تن در هکتار محصول می دهند و این موضوع می تواند به نویدی برای دستیابی به گیاهان دانه ای چندساله منتهی گردد (۴).

"نیپا" بعنوان عمده ترین غذای قبیله "کوکوپا" (Cocopah) در مناطق غربی آمریکا محسوب می شود. "نیپا" در زمره گراس های C4 با کارآیی مؤثر فتوسنتزی است که پتانسیل تحمل شرایط شوری از جمله آبیاری با آب های شور را دارد. دانه های "نیپا" از نظر اندازه و طعم با برنج های دانه کوتاه قابل رقابت هستند. "نیپا" در حالت طبیعي و وحشی در باتلاق هایی می روید که دو دفعه در روز توسط جزرومد آب دریا مشروب می گردند درحالیکه گیاه مزبور نیازی به شرایط غرقابی (waterlog) و شوری ندارد. "نیپا" با وجود عملیات آبیاری ناپایدار و یا متأثر از بالا آمدن آب دریا که به افزایش شوری اراضی منجر می شوند، توانسته است در مناطقی چون : کلرادو ، میورای ، گنگز ، اندیوس و دلتای نیل غربی دوام یابد (۴).

"نیپا" با شرایط گرمسیری و نیمه گرمسیری بخوبی سازگار می باشد ولیکن دورنمای تلاقی آن با "نیپای سرمادوست" با نام علمی "D.spicata" به موفقیت نینجامیده است. "نیپا" هنوز اهلی نشده است زیرا برای این منظور با چالش هایی روبرو می باشد بطوریکه تقریباً نیمی از بوته هایش را پایه های نر و فاقد بذر تشکیل می دهند. "نیپا" همچنین به چندین سال زمان براي بعد از کاشت نیاز دارد تا به مرحله تولید عملکرد نائل آید. این گیاه دانه ای چندساله هنوز بعنوان یک ماده غذایی عمده مطرح است و نویدبخش تولیدات گیاهی آتی در اراضی شور می باشد. توسعه "نیپا" باید در برنامه های آژانس ها و شرکت های خصوصی از اولویت در تأمین امنیت غذایی بشر و مقابله با تغییرات اقلیمی و شورشدن اراضی کشاورزی برخوردار گردد. "نیپا" احتمالاً می تواند بمنظور توسعه حصارهای زنده برای مناطق ساحلی و حواشی جزایر بکار گرفته شود تا بدینطریق از هوادیدگی اراضی ساحلی جلوگیری گردد (۴).

۷) علف برنجی هندی :

علف برنجی هندی (Indian ricegrass) با نام علمی "Oryzopsis hymenoides" از گیاهان چندساله بومی آمریکای شمالی و ماده اصلی غذایی ساکنین غرب آن است. یافت شدن کلون های بدون ریزش دانه (non-shatter) علف برنجی امکان پرورش آنرا در مقیاس تجاری در ایالت "مونتانا" فراهم ساخته است بطوریکه از محصولاتش برای تهیّه آرد فاقد گلوتن موسوم به "مونتینا" (Montina) استفاده می گردد. امروزه در حدود ۳ هزار ایکر به کاشت علف برنجی اختصاص دارد ولیکن بواسطه عملکرد محصول کم از ارزشمندی بالایی برخوردار گردیده است. تاکنون کارهای تحقیقاتی قابل توجهی در مورد این گیاه متحمل به سرما و خشکی بعنوان یک گیاه دانه ای چندساله انجام نگرفته است (۴).

۸) علف گندمی چندساله :

علف گندمی متوسط (intermediate wheatgrass) بعنوان یک گیاه دانه ای چندساله با نام علمی "Thinopyrum intermedium" برای چندین دهه تحت بررسی "انستیتو زمین" بمنظور اهلی کردن قرار داشته است. تحقیقات مربوطه بسرعت قرین موفقیت گردیدند بطوریکه اینك علف گندمی متوسط در سطح ۳۰ ایکر از مزارع تحقیقاتی پرورش می یابد. مزارع پژوهشی این محصول بطور سالانه جهت کنترل علف های هرز سوزانده می شوند و محصول علف گندمی متوسط برای تدارک گیاه بدون بذر مداوماً چرانیده می گردد. تولید محصول این گیاه همچنان کم است ولیکن محققین در صدد ارتقاء راندمان آن به ۱ تن در ایکر هستند. گونه های علف گندمی متوسط همچنین بعنوان والد چندساله جهت تولید گندم های پایا بکار گرفته می شود(۴).

۹) "اشک ایوب" چندساله :

گیاه "اشک ایوب" (Job`s tears) یا "شال تسبیح" با نام علمی "Coix lacryma-jobi" از جمله علف هرز شالیزارهای غرقابی محسوب می شود که بصورت گیاهی چندساله و وحشی در مناطق جنوب و جنوب شرقی آسیا رشد می کند. بذرهای واریته های "stenocarrpa" و "monilifer" داراي پوسته اي ضخيم و سخت هستند و غالباً براي ساخت تسبيح (bead) بکار مي روند. اين واريته ها در بسياري از نقاط جهان بعنوان گياه زينتي کاشته مي شوند و وسيعاً بومي گرديده اند. "شال تسبيح" اگرچه داراي دانه هاي خوراکي است وليکن وجود پوسته سخت از قابليت چنين کاربردي مي کاهد (۴).

واريته يكساله اين گياه موسوم به "مايون" در هندوستان اهلي گرديده و داراي پوسته اي نازك و نرم مي باشد. اين گياه بر طبق شواهد باستانشناسي در طي ۴-۳ هزار سال پيش در هندوستان و سپس ۲ هزار سال قبل در چين پرورش مي يافت. "شال تسبيح" تا قبل از ورود ذرت از مهمترين دانه هاي غذايي ساكنين ارتفاعات نيمه گرمسيري آسيا محسوب مي گرديد. عملكرد گياه "شال تسبيح" حدوداً ۳/۵-۲ تن در ايكر است. اين گياه متحمل خاك هاي اسيدي، فقير و اشباع مي باشد. تلاقي انواع دانه هاي يكساله "شال تسبيح" با انواع چندساله اش به توليد انواع دانه هاي چندساله جديد براي مناطق مرتفع در اقاليم گرمسيري و نيمه گرمسيري انجاميده است (۴).

۱۰) ارزن دانه اي چندساله :

ارزن دانه اي موسوم به "Afezu" و "Markouba grass" با نام علمي "panicum turgidum" از جمله گراس هاي چندساله وحشي محسوب مي شود كه عمدتاً در بيابان هاي پاكستان مي رويد. ارزن دانه اي در مناطقي با ميزان بارندگي سالانه كمتر از ۲۵ ميليمتر رشد مي كند. اين گياه با توسعه استولن هايش مي تواند بر شن هاي روان تثبيت گردد. دانه هاي آن بعنوان ماده غذايي مهم در مناطق صحرايي مطرح مي باشند.

تلاش هايي كه براي اهلي كردن ارزن دانه اي انجام مي گرفت، داراي دو جنبه دشوار يعني تغذيه مردمان ساكن مناطق گرم و خشك و يا برگشت به حالت بياباني شدن بوده اند. اين گياه را مي توان با "ارزن پروسو" (proso millet) با نام علمي "P.milliaceum" كه از گياهان دانه اي يكساله مهم دنيا بشمار مي آيد، تلاقي داد (۴).

۱۱) ارزن مرواريدي چندساله :

ارزن مرواريدي (pearl millet) با نام علمي "pannisetum glaucum" از گياهان دانه اي مهمّي است كه در خاك هاي فقير و اقاليم خشك بخوبي رشد مي يابد. ارزن مرواريدي قابل تلاقي با گياه چندساله "علف فيل" (elephant grass) با نام علمي "P.purpureum" مي باشد. ارزن هاي چندساله در مناطقي از جهان از جمله هندوستان و آفريقا كه مردمانش از ارزن ها تغذيه مي كنند، مي توانند نقش برجسته اي براي بقاء ساكنين ايفا نمايند(۴).

۱۲) يولاف (جو دوسر) چندساله :

يولاف ها (oats) با نام علمي "Avena sativa" علاوه بر اهميتي كه از جنبه تأمين علوفه دام ها دارند همچنين بصورت "بلغور جو دوسر" (oatmeal) بعنوان صبحانه در بسياري از اقاليم سردسير جهان مصرف مي گردند. يولاف ها را مي توان با گونهٔ چندساله "A.macrostachya" دورگ گيري نمود امّا نتاج چندساله مطلوبي حاصل نمي گردند(۴).

۱۳) علف خوشه پشمي چندساله :

علف خوشه پشمي (woollybutt grass) با نام علمي "Eragrostis eriopoda" از گياهان خوراكي وحشي در استراليا محسوب مي شود كه براي حدود هزار سال جزو عمده مواد غذايي بوميان بوده است. دانه هاي "علف خوشه پشمي" بواسطه سهولت فرآيند، عملكرد بالا و قابليت نگهداري بر روي گياه به مدت چند

ماه بسيار اهميّت داشته اند. گياه مزبور امروزه فقط در مقياس كوچك توسط برخي مشتاقان استراليايي جهت تأمين بخشي از مواد غذايي شخصي كشت مي گردد(۴).

۱۳) برنج چندساله :

برنج برخلاف سورگوم داراي تنوّع ژنتيكي گسترده اي در سراسر جهان است. برنج هاي وحشي چندساله از جملهٔ اين تنوّع ژنتيكي محسوب مي شوند كه بواسطه خويشاوندي با برنج هاي زراعي يكساله قابليت كاربرد در برنامه هاي اصلاح برنج چندساله را از طريق تلاقي دارند (۳).

برنج (rice) با نام علمی "oryza sativa" دارای برخی خویشاوندان چندساله از جمله برنج چندساله آفریقایی و برخی نژادهای وحشی هستند که از اعقاب برنج های زراعی یکساله محسوب می گردند. بسیاری از برنج های یکساله در تحت شرایط بخصوصی تا چندین سال قادر به ساقه دهی مجدد (re-sprout) موسوم به "راتون دهی" (ratooning) هستند. کارهای تحقیقاتی مرتبط با برنج چندساله از سال های ۱۹۹۰ میلادی توسط مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI) آغاز گردید. این تحقیقات متعاقباً با علاقمندی کشور چین توسط آکادمی علوم کشاورزی "یئونان" (YAAS) واقع در استان "کان مینگ" از سال ۲۰۰۷ میلادی پیگیری شد (۴).

اصلاح و ازدیاد برنج چندساله دارای چالش های عدیده ای است و نیازمند عوامل بسیاری برای رشد می باشد تا بر شرایط مزرعه ای غلبه یابد. تمرکز امروزهٔ دانشمندان بر جایگزینی برنج های یکساله مخصوص مزارع غرقابی اراضی هموار است که در اراضی شیبدار بصورت تراس بندی کشت می گردند با برنج های چندساله می باشد. کنترل آفات و بیماری های گیاهی بواسطه عدم بکارگیری تناوب زراعی (crop rotation) از چالش های تولید برنج های چندساله است (۴).

برنج يكساله و برنج چندساله :

برنج از مهمترين محصولات زراعي اقتصادي جهان بر طبق اطلاعات سازمان غذا و كشاورزي (FAO) ملل متحد است. برنج مهمترين غله رژيم غذايي بشر مي باشد و حدوداً ۲۳ درصد از كالري انسان امروزي را تأمين مي نمايد. البته ذرت با توليد ۷۹۱ ميليون تن در مقابل ۶۵۹ ميليون تن برنج در سال ۲۰۰۷ ميلادي حائز برتري نسبي بوده است امّا ۸۰-۴۰ درصد (متوسط ۶۱ درصد) از كل توليدات ذرت به تعليف دام ها اختصاص دارد درحاليكه فقط ۱ درصد از توليد برنج جهان براي تغذيه حيوانات استفاده مي گردد (۷).

برنج اهلي آسيايي با نام علمي "oryza sativa" جزو گياهان "كوتاه عمر" (short-live) به حساب مي آيد و اغلب ارقامش پس از توليد بذر از بين مي روند گواينكه تعدادي از آنها مجدداً ساقه هاي جديدي موسوم به "راتون" (ratoon) بوجود مي آورند كه در شرايط مناسب به برداشت دوّم مي انجامند. در مناطق داراي اقاليم ملايم مي توان به توليد ۳-۲ محصول برنج در سال دست يافت. اين موضوع بجز در موارد توليد "راتون" بدين معني است كه در زراعت برنج هاي كنوني بايد به حذف ساقه هاي باقيمانده (آشكل) اقدام نموده و زمين را پس از زيرورو كردن براي چند ماه آينده مجدداً به زير كشت بُرد (۷).
متقابلاً اجداد وحشي برنج آسيايي موسوم به "oryza rufipogon" براي چندين سال زنده مي مانند و ضمن اينكه هر ساله به توليد بذور مي پردازند، از طريق رويشي نيز گسترش مي يابند. برخي از جمعيت "o.rufopogon" علاوه بر اين قبيل تيپ هاي چندساله از نظر دوره زندگي جزو گياهان يكساله و يا حدواسط بشمار مي آيند. بسياري از گونه هاي وحشي جنس "أريزا" جزو گياهان چندساله هستند درحاليكه برنج چندساله "o.rufipogon" از طريق ساقه هاي روزميني موسوم به "استولن" (stolon) بصورت رويشي گسترش مي يابند وليكن گونه هاي "o.longistaminata" ، "o.officinalis" ، "o.australiensis" و "o.rhizomatis" با توليد ساقه هاي زير زميني موسوم به "ريزوم" (rhizome) توسعه پيدا مي كنند (۷).

برنج چندساله از واريته هاي "طولاني عمر" برنج است كه قادر به رشد مجدد در فصول رشد آتي بدون كاشت مجدد (reseeding) مي باشد. آنها توسط محققين برنج در برخي مؤسسات پژوهشي توسعه يافته اند. اگر چه اين واريته ها از نظر ژنتيكي متمايزند و مي توانند در سيستم هاي زراعي و اقاليم زيستي مختلف سازگاري يابند وليكن طول عمر (lifespan) اين گياه نسبت به ساير انواع برنج هاي يكساله زراعي موجود متفاوت است لذا آنرا برنج چندساله يا دائمي ناميده اند. برنج چندساله نظير بسياري از گياهان پايا مي تواند از طريق ساقه هاي افقي در سطح زمين و يا زير خاك سطحي گسترش يابد. آنها همچنين مي توانند با توليد گل ، گرده ها و بذور بصورت جنسي ازدياد گردند (۵).

دانه هاي برنج چندساله نظير ساير محصولات مشابه توسط انسان ها برداشت گرديده و به مصرف مي رسند. برنج چندساله از جمله گياهان دانه اي چندساله اي مثل گندم ، آفتابگردان و سورگوم چندساله است كه توسط متخصصين اصلاح نباتات توليد و توسعه يافته اند. متخصصين زراعت استدلال مي نمايند كه افزايش دوره زماني پوشش سطح خاك اراضي كشاورزي توسط محصولات چندساله مي تواند به ثبات و اصلاح خاك ها بينجامد و سكونتگاه مناسبي را براي حيات وحش فراهم سازد (۵).

مزارع آپلند جبهه جديد توليد برنج :

برنج آپلند (upland rice) در وسعت بيش از ۷/۵ ميليون ايكر معادل ۳۰ هزار كيلومتر مربع در اراضي مرتفع جنوب چين و سراسر نواحي جنوب شرقي آسيا كاشته مي شود. برنج آپلند هرگاه در اراضي شيبدار بدون تراس بندي (terracing) بعمل مي آيند، منجر به فرسايش شديد خاك مي شوند لذا غالباً بعد از ۲-۱ سال بحال خويش رها مي گردند تا مجدداً بحالت جنگلي و مملو از گياهان وحشي در آيند و كشاورزان به آماده سازي بخش هاي ديگري از اراضي جنگلي براي كاشت آتي مبادرت مي ورزند.

اراضي رهاشده نيز بعد از چندسال مجدداً براي پرورش گياهان زراعي-باغي از رستني هاي وحشي پاكسازي و سوزانده شده و به زير كشت مي روند. جمعيت گياهان وحشي ضمن سال هاي آيش در قطعات رهاشده فزوني مي يابد و حاصلخيزي خاك بهبود مي پذيرد. زمانيكه از برنج هاي چندساله بجاي برنج هاي يكساله بهره مي گيرند آنگاه گستردگي سيستم ريشه اي و پوشش هميشگي سطح زمين موجب جلوگيري از فرسايش و شسته شدن خاك فوقاني مي گردد. برنج چندساله مي تواند به تأمين نيازهاي غذايي زارعين طي سال هاي متوالي بينجامد ضمن اينكه از فرسايش و نزول حاصلخيزي اراضي شيبدار بشدت مي كاهد (۷).

بر اساس منبع و شيوه تأمين آب در مزارع برنج مي توان انواع شاليزارها را به صورت زير دسته بندي نمود:

۱) شاليزارهاي فارياب (irrigated rice)

۲) شاليزارهاي تراس بندي مشروب از باران (rainfed paddy)

۳) شاليزارهاي شيبدار مشروب از باران (rainfed upland rice) (۳).

شاليزارهاي فارياب بسيار پُرمحصول و نسبتاً حائز پايداري توليد هستند. اين شيوه از هزاران سال پيش در چين رواج داشته است وليكن بكارگيري برنج هاي چندساله ريزوم دار در اين شيوه نيز مي تواند فوايد بسياري را طبق نظريات دكتر "دايان تائو" (Dayun Tao) بشرح زير مترتب سازد :

الف- تثبيت ويگوريته ارقام هيبريد :

توليد حاصل از نسل F1 ارقام هيبريد همواره مطلوبند امّا تداوم توليد در سال هاي بعد قابل دستيابي و تكرار پذير نمي باشد زيرا تفرّق صفات در سال بعد صورت مي پذيرد لذا از كيفيت هيبريد بذور مزبور بشدت كاسته مي گردد ولي در صورتيكه بذر هيبريد چندساله باشد آنگاه هزاران گياه مشابه يا كلون (clone) از طريق توسعه ريزوم ها و يا بكارگيري قطعات ريزوم حاصل مي شوند (۷).

ب – تسريع توليد لاين هاي خالص :

بكارگيري برنج هاي چندساله مي تواند موجب تسريع توليد لاين هاي خالص (inbred) گردد حتي اگر تكثير غايي در مزارع كشاورزان از طريق بذور هيبريد و نه توسط كلون هاي هيبريد صورت پذيرد. والدين استثنايي هيبريد F1 در صورت ريزوم دار بودن بايد بلافاصله بصورت كلون ازدياد گردند. اين نوع ژنتيك المثني بايد بصورت نامحدود حفظ گردد لذا هرساله با تلاقي هاي مجدد به بذور هيبريد F1 دست مي يابند. بطور معمول حصول بذور والد از طريق تكثير جنسي نيازمند خالص سازي مداوم است (۷).

پ – پرورش راتون :

گياه برنج در برخي اقاليم مي تواند در صورت "راتون دهي" (ratooning) سريع به برداشت مجدد محصول منتهي گردد. ساقه دهي (shooting) از گياه بالغ برنج كه بلافاصله پس از برداشت صورت مي پذيرد در قياس با ساقه دهي از بذور با سرعت بيشتري به مرحله زايشي مي رسد. نشاكاري گياهچه هاي برنج (transplanting) نسبت به شيوه كاشت مستقيم بذور (direct seeding) در دوره كوتاهتري به محصول مي رسد امّا همچنان نيازمند زمان و كارگر بيشتري بويژه براي آماده سازي بستر و انتقال نشاءها از خزانه به زمين اصلي است (۷).

ساير فوايد پرورش راتون عبارتند از :

۱پ- كاهش نياز به نشاء و نشاكاري

۲پ- كاهش نيروي انساني خدمات جانبي زيرا كمبود نيروي انساني در بسياري از مناطق روستايي آسيا به دليل مهاجرت ساكنين خصوصاً جوان به شهرها مشهود است.

۳پ- افزايش كارآيي كودهاي مصرفي (۷).

مقدار ۸۰ ميليون هكتار از شاليزارهاي جهان را مزارع برنج فارياب تشكيل مي دهند درحاليكه ۶۰ ميليون هكتار از مابقي شاليزارها در زمره مزارع تراس بندي مشروب از باران هستند. واريته هاي جديد برنج در

محيط هاي مناسب شامل اراضي فارياب و اراضي تراس بندي مشروب از باران به توليد ۹۶ درصد از كل توليد برنج جهان فائق مي آيند. بعلاوه ۱۴ ميليون هكتار از اراضي آپلند مسئول توليد ۴ درصد برنج جهان هستند. نزديك به 2/3 از كل اراضي برنج آپلند در قاره آسيا قرار دارند آنچنانكه بنگلادش ، كامبوج ، چين ، هند ، اندونزي ، لائوس ، ميانمار (برمه) ، تايلند و ويتنام از مهمترين كشورهاي توليدكننده برنج مي باشند(۳).
برخلاف اينكه اغلب شاليزارهاي فارياب در كشورهاي مذكور قرار دارند امّا اكثريت مزارع برنج آپلند به سبب واقع شدن در اراضي شيبدار ، ارتفاعات بالا و خاك هاي اسيدي غيرحاصلخيز از وضعيت مطلوب بي بهره اند. فقط ۱۵ درصد از برنج هاي آپلند در اكوسيستم هايي پرورش مي يابند كه داراي فصل رشد طولاني و خاك هاي حاصلخيز هستند. عملكرد برنج هاي آپلند عموماً كم است و دورنماي آينده در قياس با شاليزارهاي فارياب و برنجزارهاي تراس بندي مشروب از باران نازل تر مي باشد. عملكرد برنج هاي يكساله آپلند در واقع كمتر از ۱ تن در هكتار است (۳).

امروزه نزديك به ۱۰۰ ميليون از مردم جهان براي تأمين عمدهٔ غذاي روزانه متكي به برنج آپلند هستند. بسياري از كشاورزان شاليزارهاي آپلند فقط از واريته هاي بومي برنج كشت مي كنند كه واكنش مناسبي به مديريت عمليات زراعي بروز نمي دهند وليكن سازگاري مناسبي به انواع معضلات محيطي دارند ضمناً خصوصيات كيفي آنها پاسخگوي نيازهاي ساكنين محلي است (۳).

«جدول۱) وسعت و توليد جهاني برنج – IRRI 2012 (۳):»

موارد	شاليزارهاي فارياب	شاليزارهاي تراس بندي غير فارياب	شاليزارهاي شيبدار غير فارياب
عملكرد	۷۶ درصد	۲۰ درصد	۴ درصد
وسعت	۸۰ ميليون هكتار (۵۲ درصد)	۶۰ ميليون هكتار (۳۹ درصد)	۱۴ ميليون هكتار (۹ درصد)

افزايش چشمگير جمعيت جهان در سال هاي اخير منجر به افزايش فشار بر اراضي آپلند حساس به تخريب در مناطق جنوب و جنوب شرقي آسيا و بخش هايي از آفريقا شده است كه تحت سيستم "بريدن و سوزاندن" (slash & burn) به توليد محصولات كشاورزي مي پردازند. موفقيت اين سيستم بستگي به دوره هاي آيش دارد كه به اندازه كافي طولاني باشند تا اجازه رشد مجدد سبزينگي و تجديد حيات خاك را بدهند. افزايش فشار بر اراضي آپلند موجب كوتاه شدن دوره هاي آيش مي شود كه منجر به فرسايش و تخريب خاك ها و نهايتاً رهاسازي آنها مي گردد. تخريب اراضي آبخيز بر وضعيت اراضي پائين دست بواسطه رسوب گذاري مواد فرسايش يافته تأثير مي گذارد زيرا بر رسوبات آبگيرها و كانال هاي زهكش در شرايط سيلابي افزوده مي گردد. سيستم هايي كه در اراضي دائمي و پايدار بكار گرفته مي شوند، براي كشاورزي در اراضي آپلند بويژه جهت توليد برنج در سيستم كاشت فشرده يا متراكم بسيار بحرانزا هستند (۳).

در حدود ۶۰ ميليون هكتار معادل ۳۹ درصد شاليزارهاي جهان در اراضي شيبدار تراس بندي شدهٔ مشروب از باران بعمل مي آيند. اين سيستم زراعي در حدود ۲۰ درصد از كل برنج جهان را توليد مي كند. زمانيكه سيستم هاي توليد برنج آپلند به استفاده از برنج هاي چندساله متمايل گردند آنگاه كاهش فرسايش خاك از كمترين فوايد حاصله خواهد بود. وقوع بارندگي هاي فراوان و يا خشكسالي متعاقب باعث نابودي روند كشت و كار گياهان چندساله نمي گردند. البته ضمن سال هاي خشكسالي از كاربرد كودها خودداري مي شود. از كودهاي دامي بعنوان سوخت استفاده مي گردد. عدم كاربرد كودهاي شيميايي موجب عدم آلودگي آب هاي جاري و زيرزميني در اثر نبودن آبشويي مي شود زيرا ريشه هاي عميق برنج هاي چندساله به تأمين رطوبت و عناصر غذايي مورد نياز گياه در حجم بيشتري از خاك قابل دسترس مي پردازند. كاربرد برنج هاي چندساله مي تواند از تشكيك در كاشت يا نشاء در شرايط نامنظمي نزولات آسماني بكاهد. ريزوم هاي برنج چندساله تا فراهم شدن شرايط مناسب دما و رطوبت بحالت دورمانسي باقي مي مانند(۷).

دانشمندان IRRI در اوايل دهه ۱۹۹۰ ميلادي پروژه اي با عنوان "مرزهاي نو" (new frontiers) را براي توسعه گياه برنج چند سالهٔ مناسب شاليزارهاي آپلند آغاز نمودند. گياه چندساله را هر ساله نمي كارند لذا بواسطه پوشش دائمي سطح خاك مي تواند از ميزان فرسايش خاك بكاهد. نهايتاً اين عمل به افزايش پايداري و ثبات توليدات آپلند مي انجامد. گواينكه ميزان توليد برنج چندساله در واحد سطح از برنج هاي يكساله كمتر است امّا به دليل كاهش هزينه هاي توليد و استفادهٔ كمتر از انرژي هاي ورودي به بالارفتن درآمد زارعين منجر مي گردد. كشاورزان بدينطريق نيازي به آماده سازي سالانه بستر خاك نخواهند داشت (۳).

برنج آپلند چند ساله :

ملاحظه مشکلات موجود در تولید برنج آپلند مي تواند موجب ارزيابي اثرات بالقوه پرورش برنج آپلند چندساله گردد. ارقامي از برنج که نيازمند کاشت هرساله نيستند، قادرند با ايجاد پوشش سبز دائمي به کاهش فرسايش خاك کمك کنند. برنج هاي چندساله قادر به ازدياد از طريق جنسي (گل، گرده، بذور) و غير جنسي (ريزوم، استولن) مي باشند. اعقاب وحشي برنج آفريقايي يعني"oryza longistaminata" غالباً براي چندين سال زنده مي مانند و از طريق رويشي گسترش مي يابند.

گونه هاي "O.officinalis" ، "O.australiensis" و "O.rhizomatis" توسط ساقه هاي زيرزميني موسوم به ريزوم ها توسعه مي پذيرند درحاليکه اعقاب وحشي برنج آسيايي يعني "O.rufipogon" غالباً از طريق غيرجنسي يا رويشي به کمك ساقه هاي روزميني موسوم به استولن ها تکثير مي گردند. واريته "O.longistaminata" داراي ريزوم هاي غالب و قوي است. اين گونه حائز گرده هاي زايا و بذوري با دورمانسي پُرقدرت مي باشد. اين واريته هيچگونه موانع خويشاوندي با ساير گونه هاي جنس "اوريزا" براي توليد مثل جنسي ندارد (۳).

عملکرد و کیفیت دانه ها :

عملکرد مورد انتظار برنج های چندساله به مراتب کمتر از برنج های یکسالۀ فعلي است زیرا بخش مهمّی از تولیدات فتوسنتزی صرف شکل گیری سیستم قدرتمند ریشه دوانی و ریزوم دهی یا استولن زائی می شود. از طرفی کیفیت دانه ها در ارقام برنج چندساله بهتر از ارقام یکساله است. افزایش عملکرد برنج چندساله با کاربرد مکفی کودها امکان پذیر می باشد ولیکن متعاقباً از کیفیت محصول کاسته می گردد (۳).

در سیستم پرورش برنج چندساله از طریق "راتونینگ" (ratooning) می توان به حداقل ۶ برداشت برای هر دفعه کشت و کار (ضمن ۳-۲ سال) بدون نیاز به کاربرد کودها دست یافت که بدینگونه عملکرد برنج به میزان قابل ملاحظه ای فزونی می یابد (۳).

برنج های زراعی چندساله از طریق انتخاب توسط زارعین اهلی نشده اند زیرا ارقام وحشی برنج چندساله حائز دانه های : کوچک ، کم تعداد ، ریشک دار و متمایل به ریزش هستند (۳).

مقاومت به آفات و بیماري ها :

کاشت برنج هاي آپلند چندساله هیچگونه وقفه اي در زمین باقي نمي گذارند لذا بیش از زراعت برنج هاي یکساله در معرض آفات و بیماري هاي گیاهي قرار دارند. براي غلبه بر این معضل باید به اصلاح ژنتیکي مقاومت گیاه برنج نسبت به گستره وسیعي از آفات و بیماري هاي منطقه اي مبتلابه برنج هاي چندساله موسوم به "مقاومت افقي" پرداخت لذا ارقام جدید و اصلاح شدۀ برنج هاي آپلند چندساله که توسط IRRI معرفي گردیده اند، حائز منابع ژنتیکي "مقاومت چندگانه" (multi-resistance) نسبت به بیماري ها خواهند بود. براي این منظور ابتدا واریته مناسبي از برنج هاي چندساله را تولید مي کنند سپس ژن هاي مقاومت به بیماري ها را از طریق تلاقي هاي مکرر در لاین اصلاحي و مطلوب انباشته مي سازند (۳).

تاریخچه تحقیقات برنج چندساله :

۱) هیبریداسیون بین گونه اي :

هیبریداسیون بین گونه اي (interspecific hybridization) و کشت جنین (embryo culture) از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادي در تایلند آغاز گردید. دکتر "دایان تائو" و "پراپا سریپیچیت" در گروه زراعت دانشگاه "کاست سارت" بانکوك به تلاقي بین برخي از گونه هاي برنج زراعي ، وحشي و چندسالۀ ریزوم دار پرداختند. روند پیشرفت تحقیقات با دشواري هاي بسیاري همراه گردید تا نهایتاً از تلاقي O.sativa × O.longistaminata به بذور هیبرید منفردي دست یافتند. سپس ۱۱۹ گلچه برنج تحت گرده افشاني قرار گرفت که به تولید ۵۱ بذر منتهي گردید. از بذور فوق فقط ۳۳ عدد داراي جنین قابل کشت بودند ولیکن تنها یکي از آنها به تولید گیاه زیست پذیر انجامید (۷).

در شیوه دیگري براي دورگ گیري به ۳ هزار مورد گرده افشاني بین برنج هاي زراعي یکساله و برنج چندساله ریزوم دار "O.rhizomatis" براي کسب گیاهان زیست پذیر پرداخته شد. هیبرید حاصله کاملاً سالم ، ریزوم دار و نسبتاً بارور بود بطوریکه به حصول بذور F2 منجر گردید (۷).

۲) برنامه برنج آپلند چندساله :

اين برنامه در ضمن سال هاي ۲۰۰۱-۱۹۹۰ ميلادي در فيليپين اجرا گرديد. مؤسسه IRRI براي تعيين مشكلات فرسايش خاك مناطق تحت پرورش برنج آپلند اقدام به آغاز برنامه زادآوري برنج آپلند چندساله در اواسط دهه ۱۹۹۰ ميلادي نمود لذا طي چند سال به پيشرفت هاي قابل ملاحظه اي دست يافت. اعضاء تيم پروژه برنج آپلند چندساله به انتخاب جمعيتي حاصل از تلاقي بوته هاي برنج O.sativa با دو گياه برنج چندساله با ويژگي هاي مختلف پرداختند و اميدوار بودند كه لااقل يكي از تلاقي ها به انتقال ژن چندساله بودن به ريخته ارثي برنج زراعي يكساله منجر گردد.

اولاً : برنج وحشي O.rufipogon بعنوان اهدا كننده (donor) ويژگي چندساله بودن در تلاقي با برنج يكساله زراعي انتخاب گرديد. توانايي باروري فرزندان عموماً خوب بود آنچنانكه احتمال داده شد كه O.rufipogon از اجداد برنج هاي زراعي امروزين بوده باشد. بسياري از گروه هاي موجود از جمله واريته هاي حائز عملكرد زياد جزو برنج هاي چندساله هستند لذا تصوّر مي گردد كه امكان تجميع ژن هاي مسئول عملكرد و چندساله بودن وجود دارد.

ثانياً : برنج وحشي O.longistaminata بعنوان اهدا كننده ويژگي چندساله بودن انتخاب شد. اين گونهٔ آفريقايي داراي ژنتيك متنوّع ، چندساله و ريزوم دار است. مسلم گرديده است كه ريزوم ها در مقايسه با استولن ها قادر به گسترش و بقاء بهتري در شرايط خشك مي باشند. والد بخشندهٔ صفت چندساله بودن به دليل خويشاوندي دور با ارقام زراعي برنج به سختي پذيراي تلاقي ها و همچنين تلاقي برگشتي يا "بك كراس ها" (backcrosses) بود. نسل هاي (descendents) اندك حاصل از چنين تلاقي هايي غالباً نابارور بودند و فقط تعداد بسيار كمي از آنها از صفت چندساله بودن بهره مند گرديدند. بسياري از بوته هاي حائز ويژگي چندساله بودن فاقد ريزوم شدند. البته ريزوم ها براي بقاء ضرورت ندارند امّا آنها مي توانند موجب دوام گياه در شرايط تنش باشند و به گسترش آن كمك كنند (۷).

۳) آغاز پژوهش برنج چندساله در IRRI :

مؤسسه تحقيقاتي IRRI در مورد پروژه "برنج آپلند چندساله" يا PUR (perennial upland rice) بعنوان يكي از اجزاء پروژه عظيم "مرزهاي نو" به فعاليت پرداخت. پروژه PUR بسيار طولاني مدت و داراي خطرپذيري قابل ملاحظه اي بود امّا ظرفيت نسبتاً بالايي در مقوله هاي پژوهش و توليد برنج داشت. پروژه مزبور كه در مراحل اوليه تحقيقات قرار داشت، در قالب پروژه هاي ۱۵-۱۰ ساله قرار گرفت. پروژه در نخستين گام براي ۶ سال اجرا گرديد و ضمن آن اطلاعات جديد و ذي قيمتي در رابطه با توسعه برنج هاي چندساله حاصل آمد. مرور نتايج مدوّن پروژه برنج چندساله در IRRI بيانگر اطلاعات جديد مربوطه به ژنتيك مقاومت به خشكي و نماتدها است امّا اطلاعات بيشتري براي انواع زراعي برنج هاي چندساله سازگار با محيط هاي آپلند ضرورت دارد (۳).

۴) تعيين نقشه ژني صفت ريزوم دهي :

برنامه تعيين نقشهٔ ژني صفت ريزوم دهي گياه برنج چندساله ضمن سال هاي ۲۰۰۱-۱۹۹۹ ميلادي در چين انجام پذيرفت. دكتر "هيو فنگاي" مدير كل مؤسسه توليدات غذايي در "YAAS" با IRRI در پروژه برنج

چندساله جهت تعيين نقشه ژني توليد ريزوم گياه مذكور همكاري داشت. براي اين منظور جمعيت نسل F2 حاصل از تلاقي برنج زراعي با O.longistaminata تحت بررسي قرار گرفت و دو ژن غالب rhz2 و rhz3 مسئول كنترل صفت ريزوم دهي تعيين موقعيت گرديدند. آنها مشابه دو ژن QTLs مسئول ريزوم دهي در گياه سورگوم بودند لذا تصوّر مي رود كه عادت رشد يكساله بودن در طي يك دورهٔ طولاني از اين حالت حاصل شده باشد. كوشش ها براي ترسيم نقشه ژني ريزوم دهي با دقت فراوان در حال پيشرفت مي باشد. اگرچه دانشمندان به ژن هاي ديگري براي دخالت در بروز ريزوم دهي مشكوك هستند وليكن دخالت دو ژن مزبور قطعي و ضروري مي نمايد. متخصصين اصلاح نباتات از ژن هاي ماركر بهره مي جويند تا پتانسيل چندساله بودن را در گياه برنج شناسايي كنند (۷).

۵) توسعه زادآوري برنج چندساله :

برنامه توسعه زادآوري برنج چندساله در طي سال هاي ۲۰۱۴-۲۰۰۷ ميلادي در چين اجرا گرديد. پروژه IRRI در رابطه با توسعه اصلاح برنج چندساله در سال ۲۰۰۱ ميلادي ملغي گرديد زيرا بودجه مربوطه بناگهان قطع شد امّا آكادمي علوم كشاورزي "يئونان" موسوم به "YAAS" در استان "كان مينگ" چين به تداوم پژوهش ها پرداخت. با توجه به اينكه ريزوم ها بنحو قابل ملاحظه اي متحمل تر از استولن ها در شرايط مواجهه با شرايط تنش هستند لذا محققين بر جمعيت حاصل از تلاقي برنج هاي زراعي يكساله با

O.longistaminata متمركز شدند. محققين IRRI دريافتند كه نتاج حاصل از تلاقي فوق غالباً فاقد ساقهٔ زيرزميني و عقيم هستند وليكن يافتن بوته هاي نادري از ميان جمعيت مزبور با دو ويژگي ريزوم دهي و زايا بودن جهت غربالگري (screening) جمعيت F2 و نتاج حاصل از "بك كراس" ضرورت دارد (۷).

دستاوردهاي پژوهشي برنج چندساله :

تصوير كلي از زراعت برنج آنرا گياهي آبياري شونده در اراضي باتلاقي (muddy) عمق درّه ها و حاشيه رودخانه ها نشان مي دهد درحاليكه ميليون ها كشاورز در سراسر جهان بويژه در جنوب شرقي آسيا به زراعت برنج آپلند بر ارتفاعات كم باران اشتغال دارند. گواينكه اراضي شيبدار در معرض جنگل زدايي قرار دارند و بشدت توسط كشاورزان بهره برداري مي گردند فلذا خاك سطحي آنان به جهت تردي و شكنندگي بسرعت فرسايش مي پذيرد. چنين معضلاتي در بخش هاي جنوبي چين حادث مي گردند لذا محققين مؤسسه علوم كشاورزي استان "يئونان" به كار در مورد پايدار نمودن كشاورزي برنج آپلند پرداخته اند. ايجاد فرسايش در شاليزارهاي شيبدار قاره آسيا بشدت رايج است زيرا هرساله به كاشت و برداشت اين محصول مبادرت مي ورزند آنچنانكه زمين ها در فاصله برداشت تا كاشت بعدي بحالت لخت باقي مي مانند و محافظت نمي گردند. متقابلاً برنج چندساله با گسترش ساقه هاي زيرزميني (ريزوم ها) به حفظ ذرات خاك مي پردازد و بزودي به رشد مجدد پرداخته و محصول قابل برداشت عرضه مي كند (۱).

تمامي ارقام برنج هاي زراعي در زمره گياهان يكساله هستند امّا امروزه تعدادي از ارقام وحشي چندسالهٔ برنج شناخته شده اند. از آن جمله مي توان به برنج قرمز و وحشي آفريقايي اشاره داشت كه بعنوان علف هرزي با نام علمي "Oryza longistaminata" شناخته مي گردد. كوشش هايي براي ايجاد هيبريدي از دو گونه با مشخصات زير در سال ۱۹۹۷ ميلادي در IRRI فيليپين انجام گرفت :

الف- والد اول داراي بقاء چندساله

ب – والد دوم برخوردار از قابليت توليد دانه مطلوب

برنامه برنج آپلند IRRI با وجود موفقيت در سال ۲۰۰۱ ميلادي به كارش خاتمه داد وليكن محققين عضو آكادمي علوم كشاورزي "يئونان" (YAAS) چين به كارهايشان در اين رابطه ادامه دادند. دكتر " دايان تائو" تاكنون به مديريت پل ارتباطي شكاف ژنتيكي دشوار بين ۲ گونه برنج و يك گياه بارور منفرد پرداخته است كه منجر به موفقيت در سال ۱۹۹۹ ميلادي شد. ادامه اينكار توسط "هيو فنگاي" در سال ۲۰۰۷ ميلادي به موفقيت هايي در ايالات متحده آمريكا انجاميد بطوريكه به اصلاح محصولات دانه اي چندساله براي مناطق معتدله انجاميد. "هيو" امروزه هزاران گياه برنج چندساله را از طريق خودگشني هيبريدهاي پايه و تلاقي آنها با ساير واريته هاي برنج حاصل نموده است. توليد اوليه برنج هاي هيبريد چندساله بسيار كم بود بطوريكه از ۶ هزار بوته گياهان حاصله فقط ۲ بوته منفرد توانستند بيش از ۱۰۰ دانهٔ برنج توليد نمايند لذا از آنها براي ادامه تحقيقات بهره جُستند. "هيو" عقيده دارد كه به ۱۰-۵ سال زمان نيازمند است تا ارقام اصلاح شدهٔ برنج هاي چندساله را براي كاشت در مناطق تپه اي جنوب شرقي آسيا آماده سازند (۱).

دولت چين طبق گزارشات موجود جداً علاقمند اصلاح و معرفي ارقام مناسبي از برنج هاي چندساله زراعي مي باشد وليكن پژوهش هاي مربوطه داراي برخي مشكلات لاينحل هستند كه نيازمند تحقيقات متعاقب بيشتري مي باشند. البته بر چالش هاي موجود و مشروحه زير بسادگي نمي توان چيره گرديد :

اولاً : معضل مربوط به لينك ژنتيكي پايا بين واريته هاي برنج چندساله و ارقام زراعي يكساله آن است زيرا هيبريدهايي كه قادر به توليد ريزوم هاي زيرزميني هستند، عموماً عقيم مي باشند بنابراين محققين به آناليز ژنتيكي توجه نموده اند تا چگونگي شكستن پيوستگي ها را بياموزند.

دوماً : چالش عبارت از تمايل بذور توليدي به ريزش (shatter) است آنچنانكه در والدين وحشي آنان مشاهده مي شود.

سوماً : سرانجام اينكه گروه تحقيقاتي "هيو" نيازمند توليد گياهاني هستند كه قادر به بقاء در محدودهٔ وسيعي از شرايط دمايي و سطوح بارندگي ها از جمله مناطق معتدله تا گرمسيري باشند (۱).

ساقه هاي زيرزميني يا ريزوم بوته هاي برنج چندساله موجب محافظت ذرات خاك پس از برداشت محصول در مقابل عوامل فرسايش مي گردند. بواسطه اهميتي كه عملكرد دارد لذا غير محتمل است كه برنج چندساله بتواند با ارقام برنج يكساله رقابت نمايد امّا از جانب ديگر از برنج هاي چندساله مي توان بيش از ۲ برداشت در سال بعمل آورد. برنج هاي چندساله كارآيي آب و عناصر غذايي بيشتري دارند لذا انتظار مي رود كه در دراز مدت بعنوان رقيبي سرسخت براي برنج هاي يكساله گردند. برنج هاي چندساله نيازمند نيروي كارگري كمتري بواسطه عدم ضرورت شخم ، كاشت و غرقاب نمودن مكرر هستند. بعلاوه بكارگيري برنج هاي چندساله به دستاوردهاي علمي جديد براي مديريت آفات و علف هاي هرز نيازمند است.
دكتر "اريك ساكس" كه آغازگر پژوهش هاي برنج در IRRI بوده است ، با خوشبيني مي گويد : امروزه پتانسيل حل معضلات توليد برنج وجود دارد ، بشرطي كه محققين كشورهاي مختلف به همكاري بيشتري با همديگر بپردازند. او همچنين ادامه مي دهد كه : اينك برنج چندساله بعنوان يك هدف اصلي مطرح نيست و دستيابي به چنين موفقيتي نيازمند توجه و علاقمندي تعداد بيشتري از محققين مربوطه است (۱).

ديرزماني نيست كه قلمه هاي حاصل از يك بوته ۱۰ ساله برنج در پلات هاي آزمايشي ايستگاه تحقيقاتي جزيره "هاينان" واقع در سواحل جنوبي چين به مرحله گلدهي رسيده اند. هزاران نتاج از آن براي كسب بالاترين ميزان عملكرد در تمامي سطح مزرعه به رقابت با همديگر پرداخته و ريشه هايشان تمامي ذرات خاك را بهم متصل ساخته و فرشي از ريشه ها را توسعه داده اند. رسيدن به ۱۰ سالگي براي گياهي كه همواره حائز دوره هاي يكسالهٔ كاشت و برداشت بوده است، بسيار مبهوت كننده مي باشد امّا اين گياه اعجاب انگيز از ارقام كميابي است كه از تلاقي ارقام زراعي برنج با انساب وحشي چندساله اش حاصل آمده است. باوجوديكه راندمان اينگونه برنج هاي چندساله در حال حاضر نسبتاً كم (modest) است امّا آنها ضمن اينكه توانايي ارائه محصول بيشتر را براي آينده دارند، بخوبي مي توانند از فرسايش خاك ها در سراسر منطقه جنوب شرقي آسيا بكاهند (۱).

اهداف آتي توليد برنج چندساله :

۱) حفظ باروري بذور :

تعيين نقشه ژن هاي مسبب تمام يا بخشي از صفت عقيمي در هيبريدهاي بين گونه اي در حال انجام است. تاكنون ۳۵ عدد از اين ژن ها در جنس "أريزا" تعيين موقعيت شده اند زيرا صفت عقيم بودن از مهمترين مشكلات برنامه توليد برنج چندساله محسوب مي گردد (۷).

۲) توسعه تشخيص سريع ارقام ريزوم دار :
كاربرد ژن هاي ماركر اجازه مي دهند تا تعداد زيادي از بوته هاي برنج حاصل از تلاقي ها را براي صفت ريزوم دهي غربالگري نمايند. در اين شيوه به ارزيابي گياهان حاصله در سطح مزرعه از جنبه هاي زير مي پردازند :
الف- ريزوم دهي (rhizome production)
ب – باروري بذور (seed fertility)
پ – زيست پذيري گرده ها (pollen viability)
تعيين نقشه دقيق ژن هاي مسئول ريزوم دهي مي تواند باعث بهبود كارآيي ژن هاي ماركر در امر سلكسيون بوته هاي ريزوم دار و كلون سازي آنان از طريق تكنيك ژن هاي وراثت پذير گردد (۷).

۳) حذف ژن هاي نامطلوب از والد بخشنده :
در راستاي بكارگيري پتانسيل ژن هاي مسئول : ريزوم دهي ، تحمل تنش ها و مقاومت به بيماري ها به ژن هاي نامطلوبي در O.longistaminata برخورد مي كنيم كه همچنان در جمعيت حاصل از تلاقي حضور دارند. شيوه "بك كراس" از روش هاي مؤثر در كاهش فراواني آلل هاي وحشي در راستاي كسب واريته هاي برنج چندساله حائز عملكرد بالا مي باشد (۷).

۴) حذف ريشك دانه :
اغلب گونه هاي برنج وحشي داراي ريشك (awn) هستند درحاليكه قاطبه كشاورزان گونه هاي برنج فاقد ريشك را ترجيح مي دهند (۷).

۵) بذور ريز :
گونه هاي برنج وحشي غالباً بذور ريز توليد مي كنند درحاليكه بذور درشت با سهولت بيشتري بوجاري وتبديل مي گردند. بذور درشت داراي ويگوريته بيشتري در زمان جوانه زني و سبزشدن هستند. افزايش اندازه بذور از راه هاي افزايش عملكرد دانه هاي برنج مي باشد (۷).

۶) اصلاح كيفيت دانه :
دستيابي به خصوصيات پخت و طعم در برنج هاي چندساله همانند واريته هاي سنتي برنج بسيار دشوار است. درحاليكه هزاران واريته محلي با خصوصيات مشابه وجود دارند لذا انتخاب يكي از خصوصيات براي انتقال بمنظور ارتقاي كيفيت دانه هاي برنج چندساله چالشي دشوار محسوب مي گردد (۷).

۷) عملكرد كم :
عملكرد بالاي واريته هاي دانه اي برگزيده يا "اليت" (elite) همواره نويدبخش نتايج تلاقي گياهان زراعي با گياهان وحشي هستند درحاليكه گونه هاي برنج وحشي حائز عملكرد كم مي توانند پذيرنده ژن هاي مسئول افزايش عملكرد باشدند (۷).

مشكلات اصلاحي برنج چندساله :

مهمترين مشكلات ژنتيكي و اصلاحي برنج هاي چندساله (PR) عبارتند از :

۱) تعداد نتاج F1 حاصل از تلاقي O.longistaminata × O.sativa بشدت كم هستند.

۲) بسياري از نتاج F1 حاصله از توانايي توليد ريزوم برخوردار نمي باشند.

۳) ژن توليد ريزوم در پيوستن به برخي ژن ها بحالت كشنده ظاهر مي شوند.

۴) بروز موانع ازدياد نظير عقيمي هيبريدها بطوريكه اين پديده غالباً در تلاقي ارقام زراعي با ارقام وحشي برنج و حتي در تلاقي ارقام "ژاپونيكا" با ارقام "ايندیكا" وقوع مي يابد.

۵) حساسيت به تناوب نوري يا فتوپريود آنچنانكه بروز ويژگي روز كوتاهي براي گذر از مرحله رويشي به مرحله زايشي در گياه برنج حائز اهميت است زيرا اين گياه از مبدأ مناطق گرمسيري مي باشد.

۶) دورمانسي بذور (seed dormancy)

۷) ريزش دانه ها (shatter grain)

۸) وجود ريشك (awn) (۲).

تمامي مشكلات مذكور داراي اثرات منفي در اصلاح برنج هاي چندساله (PR) هستند لذا شيوه هاي زير براي غلبه بر آنان پيشنهاد گرديده اند :

الف) استفاده از شيوه هاي سنتي از جمله : "بك كراس" (backcross) و تلقيح بين گونه اي (self-intercross) سپس استفاده از نتاج منتخب .

ب) استفاده از استراتژي انتقال ژن (transgenic) براي اصلاح ارقام PR (۲).

چشم انداز آینده :

وسعت شالیزارهای جهان در نتیجه صنعتی شدن و گسترش شهرها به تدریج نزول می یابد. برای شکستن سقف کنونی تولید برنج باید به توسعه کاشت برنج های آپلند مناسب با عملیات زراعی موجود پرداخت گواینکه ظرفیت ایجاد شالیزارهای فاریاب جدید بصورت تراس بندی در اراضی شیبدار به شدت محدود است. متخصصین اصلاح نبات در تلاش برای توسعه برنج های چندساله سازگار با اکوسیستم های آپلند مشروب از باران هستند. میزان عملکرد فعلی برنج های آپلند یکساله حدوداً ۱ تن در هکتار است درحالیکه افزایش آن تا میزان ۳ تن در هکتار امکان پذیر می باشد که نهایتاً به تولید کل ۴۰ میلیون تن برنج آپلند در سال دست یافته شود (۳).

منابع و مآخذ :

1) Cox , T.Paul – 2009 – perennial upland rice takes root – New Agriculture ; http://www.new-ag.info

2) Hu , Fengyi – 2011 – progress in perennial rice breeding and genetics – Food Crops Research Institute , YAAS , Wagga Wagga , Australia

3) Shim , Junghun – 2012 – perennial rice : improving rice productivity for a sustainable upland ecosystem – SABRAO Journal of Breeding and Genetics ; 44 (2) 191 – 201

4) Toensmeier , Eric – 2013 – perennial cereal grain : a promise requiring patience and prioritization – perennial solution , http://perennialsolutions.org

5) Wikipedia – 2013 – perennial rice – http://en.wikipedia.org

6) Wikipedia – 2013 – perennial grain – http://en.wikipedia.org

7) Wikipedia – 2013 – perennial rice – http://en.wikipedia.org

8) http://www.merriam-webster.com/dictionary

9) http://farsilookup.com

" برنج آپلند " ؛
" Upland rice"

مقدّمه :

برنج آپلند (upland rice) در اراضی خشک و نیمه خشک کشت می شود درحالیکه بیشترین محصول برنج دنیا از اراضی سیل گیر (flooded) موسوم به برنج غرقابی (rice paddy) حاصل می گردد. امروزه در حدود ۱۰۰ میلیون از مردم دنیا به برنج آپلند بعنوان غذاي اصلي روزانه وابسته اند. تقریباً 2/3 برنج هاي آپلند در آسيا بعمل مي آيد. کشورهاي بنگلادش، کامبوج، هندوستان، اندونزي، ميانمار، تايلند و ويتنام از مهمترين توليدکنندگان برنج آپلند محسوب مي گردند. برنج آپلند در اراضي که با کمك آب باران (rainfed) آماده سازي شده اند، همانند گندم و ذرت بصورت خشکه کاري کشت مي گردند (۵).

برنج های آپلند از طرفي توسط برخي محصولات نظير ذرت جايگزين مي شوند و از جانب ديگر امکان جابجايي اراضي و تغيير کاربري زمين های جنگلي براي احداث اراضي جديد همچون ادوار پيشين براي زارعين مناطق آپلند ميّسر نيست. تنوّع زياد برنج هاي آپلند بموازات حفظ سطح توليدات کنوني مي تواند موجب افزايش مشارکت تکنيك هاي مناسب با چنين مناطقی گردند (۵).

اقاليم پرورش برنج آپلند :

اکوسيستم هاي مناطق کاشت برنج آپلند به شدت متنوّع هستند و شامل اراضي زير با محدوده بارندگي ۱۰۰۰-۴۵۰۰ ميليمتر در سال مي گردند :

۱) اراضي مسطح و هموار (level)
۲) اراضي دارای پستی و بلندی (gently rolling)
۳) ارتفاعات بيش از ۲۰۰۰ متر (۵).

خاك هاي اراضي تحت کشت برنج آپلند از انواع زيرمي باشند :

۱) حاصلخيز قوي (high fertile)
۲) بخوبي هواديده (highly weathered)
۳) غير حاصلخيز (infertile)
۴) اسيدي (acidic)

بطور کلي فقط ۱۵ درصد از کل برنج هاي آپلند در اراضي حاصلخيز حائز فصل رشد طولاني کاشته می شوند (۵).

بسياري از کشاورزان برنج آپلند اقدام به کاشت ارقام محلي اين محصول مي نمايند زيراآنها سازگاري بهتري با شرايط محيطي منطقه دارند و نيازهاي معمول زارعين را برآورده مي سازند درحاليکه چنين ارقامي نسبت به عمليات بهزراعي بخوبي واکنش نشان نمي دهند. اگر چه تکنولوژي برنجکاري طي دهه هاي ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ ميلادي بر شاليکاري فارياب متمرکز بوده است وليکن کشاورزي برنج آپلند هيچگاه فراموش نگرديد(۵).

پژوهندگان ارقام مختلفی از برنج هاي آپلند سازگار با خاك هاي فقير، مقاوم به بيماري بلاست و متحمل به خشکي را توليد نموده اند بطوريکه برخي از آنها به افزايش عملکرد تا ميزان ۱۰۰ درصد دست يافته اند. دانشمندان در سيستم هاي پژوهش کشاورزي ملي به تلاقي برنج هاي اصلاح شده با ارقام محلي پرداخته اند فلذا کشاورزان متقاعد به کاشت نتاج حاصله (progeny) شده اند. با اين وجود عمليات اصلاحی بيشتري براي مقابله با شرايط دشوار فعلي و ازمنه آينده مترصّد است (۵).

چالش هاي شاليکاران آپلند :

کشاورزان برنج آپلند با چالش هاي جديد و فزاينده اي مواجه هستند. از جمله اينکه اراضي برنج آپلند داراي خاك هاي ضعيف و شکننده اي هستند که بسرعت در حال تخريب مي باشند. جمعيت نواحي کشاورزي نيز بموازات تقاضاي صنايع و نيازهاي شهروندان به محصولات برنج فزوني مي پذيرد. بعلاوه بر ميزان رقابت محصولات حائز صرفه اقتصادي در اراضي مجاور ارتفاعات و اراضي شيبدار با برنج آپلند افزوده شده است. اراضي مرتفع بطور سنتي داراي خاك هاي غير حاصلخيزند و همواره متحمل خسارات خشکي، علف هاي هرز و بيماري هاي گياهي مي گردند (۵).

خاك هاي تحت كاشت برنج آپلند بشدت فرسايش مي يابند زيرا آنها تحت فرآيند قطع سبزينگي ها و سوزاندن آنها (slash & burn) و متعاقباً رهاسازي براي چندين سال واقع مي شوند كه اين موضوعات باعث تخريب مناطق آبخيز (watershed) مي گردند و بدين ترتيب سبب بروز مشكلات عديده اي براي اراضي پائين دست مي شوند. اينك فشار عمده اي از جانب كشاورزان مناطق پائين دست براي استفاده از اراضي مرتفع بعنوان اراضي دائمي و تحت كاشت متراكم در جريان است وليكن بايد اقدامات لازمه را در جهت حفاظت از خاك و تنوّع گونه هاي گياهي بعمل آورند و در راستاي سرايت بيماري هاي گياهي و طغيان علف هاي هرز به مقابله برخيزند (۵).

معضل بيماري بلاست :

اخيراً دانشمندان به اصلاح و تقويت اطلاعات خويش در ارتباط با ايجاد مقاومت ژنتيكي گياه برنج نسبت به بيماري بلاست (blast fungus) بعنوان يكي از خطرناك ترين بيماري هاي زراعت مزبور افزوده اند و به كمك شيوه هاي بيوتكنولوژي به توسعه ارقامي با مقاومت پايدار به اين بيماري مهلك پرداخته اند. بيماري بلاست در مناطق آپلند اهميّت بيشتري دارد زيرا محيط براي ازدياد قارچ عامل بيماري مناسب تر است.
گواينكه بسياري از ارقام برنج آپلند مقاومت پايداري در مقابل بيماري بلاست تحت كاربرد اندك نهاده هاي كشاورزي بروز مي دهند وليكن ارقام مذكور داراي ويژگي هايي هستند كه براي سيستم هاي كشاورزي متراكم (intensify) مناسب نمي باشند (۵).

همچنانكه احتمال شيوع بيماري بلاست در نتيجه كاربرد نهاده هاي كشاورزي در سيستم كشاورزی متراكم افزايش می يابد لزوماً بايد از واريته هاي اصلاح شده بهره گرفت. محققان مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج (IRRI) به پژوهش همگام با كنسرسيوم تحقيقات برنج آپلند مي پردازند تا درك بهتري درباره جمعيت پاتوژن ها و شناسايي ژن هاي مقاومت در برخي ارقام برنج حاصل كنند. آنها از اين طريق در تلاشند تا با تركيب ژن

هاي مطلوب برنج هاي آپلند با ساير ژن هاي حائز صفات مناسب به واريته هاي جديدي از اين نوع برنج ها دست يابند (۵).

دانشمندان كنسرسيوم تحقيقات برنج آپلند كوشش مي كنند تا با درك چگونگي مشاركت عوامل فرسايش در اراضي تحت زراعت برنج آپلند به تكنيك هايي جهت كنترل فرسايش خاك در اينگونه اراضي دست يابند.
مطالعات انجام شده در فيليپين نشاندادند كه ايجاد پشته هايي از رديف درختان، بوته ها و گراس ها در راستاي خطوط تراز مي تواند تا ۹۰ درصد از فرسايش خاك شاليزارهاي آپلند بكاهند. بدينگونه برنج و ساير محصولات را در نوار مابين اينگونه پوشش هاي دائمي خاك مي كارند. گياهان خانواده حبوبات كه معمولاً در رديف پشته ها كاشته مي شوند، قادر به تثبيت نيتروژن اتمسفر جهت رفع نيازهاي غذايی برنج آپلند و ساير گياهان زراعي يكساله به عنصر مزبور مي باشند گواينكه بدينطريق به چرخه عناصر معدني و مواد آلي خاك نيز كمك مي شود. گياهان لگوم همزمان باعث افزايش درآمد زارعين و مساعدت در روند كشاورزي پايدار مي گردند (۵).

معضل علف هاي هرز :

علف هاي هرز (weed) از جدّي ترين معضلات بيولوژيكي توليد برنج آپلند هستند لذا دانشمندان "IRRI" در صدد دستيابي به روش هاي مديريت علف هاي هرز با كمترين مصرف علف كش ها مي باشند. يكي از اهداف پژوهشی در مورد گونه هاي برنج براي يافتن خصوصيات "آليلوپاتيك" يا "دگرآسيبي" (allelopathy) در آنان است زيرا اين ويژگي مي تواند بر رشد گياهاني كه در جوار بوته هاي برنج قرار دارند از طريق توليد و آزادسازي تركيبات بيولوژيك در محيط مؤثر واقع گردد. در صورتيكه دانشمندان بتوانند ژن هاي آليلوپاتيك را در ارقام برنج و يا ساير گياهان بيابند آنگاه آنرا از طريق مهندسي ژنتيك به گياه برنج مورد نظر منتقل مي سازند تا از اين راه قادر به كنترل علف هاي هرز شاليزارها گردند (۵).

بسياري از گونه هاي علف هاي هرز نيز قرباني بيماري هاي گياهي هستند لذا كاربرد هدفمند عوامل بيماريزاي گياهي بر عليه علف هاي هرز شاليزار مي تواند در تلفيق با ساير شيوه هاي كنترل علف هاي هرز مساعدت نمايد. پژوهندگان اعضای مؤسسه "IRRI"، دانشگاه "مايجو" و دانشگاه "چيانگ ماي" در سال ۱۹۹۳ ميلادي به انجام تحقيقي در مورد اثرات متقابل علف هاي هرز، شرايط محيطي و عمليات زراعي در مناطق شمال تايلند پرداختند. هدف تحقيق عبارت از درك تنوّع عمليات زراعي ، فرآيند بهسازي و همچنين ميزان تأثيرگذاري عوامل محدود كنندهٔ عملكرد محصول برنج آپلند بوده است (۵).

دانشمندان "IRRI" به مطالعه نحوه اثربخشي كودها و عمليات زراعي بر جمعيت علف هاي هرز شاليزارها پرداخته اند. آنها در يك تحقيق مرتبط با مديريت فسفر در كشورهاي فيليپين، اندونزي و تايلند به بررسي نحوه تغيير جمعيت علف هاي هرز در اثر تغيير حاصلخيزي خاك هايي اقدام نمودند كه بمرور اصلاح شده بودند. با توجه به اينكه بوته هاي ارقام مختلف گياه برنج داراي توانايي هاي متفاوتي در رقابت با علف هاي هرز شاليزارها هستند لذا دانشمندان به بررسي در مورد ويژگي آليلوپاتيك تعدادي از ارقام برنج در فيليپين پرداخته اند تا به زارعين در انتخاب بهترين ارقام از نظر رقابت با علف هاي هرز كمك نمايند. با كاشت ارقام داراي توانايي رقابت و انجام عمليات زراعي در جهت افزايش ويژگي مزبور به كشاورزان امكان مي دهند تا علاوه بر كاهش دفعات وجين دستي (hand weeding) به حداكثر عملكرد محصول دست يازند(۵).

اصلاح حاصلخيزي خاك :

پژوهش هاي مزرعه اي در كشورهاي تايلند، لائوس و فيليپين بر صحت ظن دانشمندان تأكيد مي ورزند بطوريكه معلوم گرديد كه فقدان عنصر فسفر در خاك اراضي آپلند محدودكننده عملكرد برنج است. شك آنها زماني افزايش يافت كه دريافتند اغلب خاك هاي هواديده مناطق آپلند بطور ذاتي داراي PH اسيدي و مقادير فسفر نازلي هستند. دانشمندان دريافتند كه كمبود فسفر زماني بعنوان محدودكننده عملكرد برنج مطرح می شود كه با افزايش كلسيم به خاك ها در صدد افزايش اسيديته خاك برآيند و يا اينكه از ارقام برنج متحمل به شرايط اسيدي بهره گيرند. پژوهش در مورد انرژي هاي ورودي خاك نشان داد كه افزودن فسفر به خاك ها ضمن افزايش عملكرد محصول برنج آپلند باعث بهبود كارآيي ساير عناصر غذايي مورد نياز گياهان و تسريع روند چرخه مواد مي گردد (۵).

محققين دريافته اند كه تناوب زراعي برنج آپلند و لگوم ها مي تواند باعث فوايد زير گردد :

الف) ثبات و پايداري توليد برنج

ب) افزايش ارزش توليدات

امّا فوايد فوق زماني وقوع مي يابند كه با افزودن فسفر كافي مانع نزول كيفي خاك ها گردند (۵).

معضل اسيديته خاك :

اسيديته موجود در خاك زيرين بسياري از مناطق آپلند مانع رسيدن ريشه هاي گياه برنج به رطوبت و عناصر غذايي موجود مي شوند لذا عملكرد را كاهش مي دهند. افزودن آهك به خاك زيرين عملي نيست امّا دانشمندان "IRRI" و محققين كشور اندونزي شروع به انجام آزمايشاتي براي دريافت امكان نفوذ تركيبات آهكي افزودني از خاك سطحي به خاك زيرين در سال ۱۹۹۴ ميلادي نمودند. در اين حالت بايد با مهارت به اصلاح خصوصيات شيميايي خاك پرداخته سپس با كاشت ارقام مقاوم به اسيديته خاك و حائز ريشه هاي عميق به جذب تركيبات نفوذيافته موفق گرديد (۵).

متعاقباً پژوهش هايي در مورد امكان تغيير فرآيند نفوذيابي تركيبات آهكي و چگونگي تجمّع در لايه هاي زيرين خاك پرداخته شد. در اين راستا به طراحي برخی مدل هاي رياضي پرداختند تا ضمن توسعه تكنولوژي هاي مناسب به تبيين شرايط افزايش كارآيي اينگونه تكنولوژي ها دست يابند. آزمايشات متعددي در محل كنسرسيوم پژوهش برنج آپلند واقع در شهر "سيتونگ" اندونزي انجام پذيرفت. هميارات فرانسوي عضو مؤسسه "فرانسياس" نيز به طراحي و اجراي آزمايشات مشابهي در كشورهاي تايلند و ويتنام پرداخته اند(۵).

برنج آپلند چندساله :

گیاه برنج در صورتيكه نیازمند کشت هرساله نباشد آنگاه با تدارك پوشش سبز دائمي به كاهش فرسايش خاك كمك خواهد كرد. چندساله بودن در برخي گونه هاي برنج وحشي منطقه جنوب شرقي آسيا وجود دارد امّا گونه های مزبور حائز عملكرد قابل قبولي نيستند درحاليكه قابليت تلاقي با ارقام يكساله برنج براي انتقال صفت مزبور را دارند. امروزه چالش پژوهندگان شامل توليد برنج هاي چندساله اي است كه از عملكرد مناسبي در خاك هاي فقير اراضي آپلند در عين مقاومت به بيماري ها و آفات برخوردار باشند زيرا غالباً نهاده هاي چنداني در اراضي آپلند مصرف نمي شوند. اين موضوع چالشي بس بزرگ است كه دانشمندان "IRRI" را به خود مشغول ساخته است. آنها معتقدند كه شيوه هاي جديد علم بيوتكنولوژي مي تواند خصوصيت چندساله بودن را به ارقام مختلف برنج انتقال دهند بعلاوه دانش جديد با استفاده از تنوّع ژنتيكي قادر به توسعه مقاومت به آفات در ارقام برنج خواهد بود (۵).

زراعت برنج آپلند در فيليپين :

كشاورزي در كشور فيليپين با ظهور واريته ها و تكنيك هاي جديد متحوّل شده است. زوال محيط زيست و منابع طبيعي از جمله جنگل زدائي (deforestation)، نزول حاصلخيزي خاك ها (degradation)، استفاده نادرست از مواد شيميايي از جمله آفتكش ها و تباهي منابع ژنتيكي گیاهی و جانوری همگام با تزايد بيرويه جمعيت كشور بعنوان چالشي عظيم در مسير دستيابي به امنيت غذايي مطرح هستند (۲).

برنج بعنوان عمده ترين ماده غذايي بيش از ۹۰ ميليون جمعيت فيليپين است و در حدود ۶۵-۶۰ درصد از درآمد موّلدان كشاورزي را تشكيل مي دهد كه غالباً از خُرده مالكين بحساب می آيند. آمارها نشان مي دهند كه برنج ۱۶ درصد از كل ارزش افزوده (GVA) و ۳/۵ درصد از توليد ناخالص داخلي (GDP) فيليپين را تشكيل

مي دهد. همچنين همزمان ۱۱/۵ ميليون نفر كشاورز به كار در زمينه زراعت برنج فيليپين اشتغال دارند.
توليد برنج در شمال جزيره "ميندانائو" فقط ۷۰/۵ درصد از مصرف سرانه ۱۱۵ كيلوگرمي ساكنين منطقه را فراهم می سازد و اين ناتواني در تأمين نيازها غالباً بواسطه افزايش جمعيت ساكنين منطقه مي باشد(۲).

از ديگر عوامل مؤثر در ناتواني تأمين نياز غذايي ساكنين مزبور عبارتند از :
۱) افزايش شهرنشيني
۲) عدم دسترسي به آب كافي منجر به كاهش سطح زير كشت و راندمان برنج
۳) عدم تناسب تكنولوژي با شرايط منطقه
۴) عوامل اجتماعي- اقتصادي
۵) تحقيقات ناكافي و غير مؤثر (۲).

بارزترين علل گرايش به زراعت برنج آپلند در فيليپين عبارتند از :
الف) منابع پايه :
وجود اراضي موجود در حوالي اماكن مسكوني كه محدوديت دسترسي به منابع آب جهت آبياري دارند.
ب) دهان هاي گرسنه :
فراهم نمودن بخشي از نيازهاي غذايي مردم منطقه
پ) كمترين نيازمندي به هزينه كارگري :
به دليل محدوديت كسب فرصت هاي شغلي مناسب
ت) قيمت هاي فزاينده :
تدارك بخشي از مواد غذايي مورد نياز در كشاورزي معيشتي جهت اجتناب از تقبّل قيمت هاي بي ثبات و فزاينده
ج) اولويّت اقليت هاي نژادي :
توليد برنج آپلند از شيوه هاي بقاء براي برخي اقليت هاي قومي و نژادي است.
چ) قابليت بكارگيري شيوه هاي جايگزين :
بسياري از مردم عقيده دارند كه ارقام برنج هاي آپلند از كيفيت بسيار بالايي برخوردارند (۲).

سيستم هاي مختلف كاشت برنج آپلند در فيليپين عبارتند از :
۱) تناوب زراعي " برنج آپلند + آيش "
۲) تناوب زراعي " برنج آپلند + سبزيجات " (۲).

ملاك هاي انتخاب بذور برنج آپلند در فيليپين عبارتند از :
۱) عملكرد زياد
۲) مقاومت به آفات و بيماري ها
۳) سازگاري منطقه اي
۴) بازارپسندي (۲).

«جدول۱) معرفي مهمترين ارقام و عملكرد برنج هاي آپلند فيليپين (۲):»

رقم	عملكرد (تن/هكتار)	رقم	عملكرد (تن/هكتار)
Domodaw	۴/۱۶	Speaker	۴/۹۰
Dinorado	۴/۵۸	Cabuyoc	۶/۵
IR 55419	۴/۴۵	IR 71525	۴/۷۴
IR 78878	۵/۴۲	NSIC 9	۵/۶۶
UPLRI 7	۶/۶۷	Aus	۳/۴۷

يكنواختي ژنتيكي واريته هاي جديد برنج آپلند از موارد هُشدار دهنده زراعت اين محصول بصورت صنعتي و متراكم است زيرا آسيب پذيري محصول را به بيماري هاي مُسری و تهاجم آفات گیاهی افزايش مي دهند. انتخاب انساني از جنبه زودرسي و افزايش عملكرد ارقام مختلف برنج بعنوان عوامل كاهش تنوّع ژنتيكي در مزارع مطرح هستند. قبل از اينكه برنامه دولتي كشور فيليپين موسوم به "ماساگانا ۹۹" در اوايل سال هاي ۱۹۷۰ ميلادي براي استفاده از برنج هاي هيبريد با خصوصيات ژنتيكي يكنواخت آغاز گردد، در حدود ۳۵۰۰ رقم برنج بومي شناخته شده بودند وليكن با معرفي ارقام پُر محصول جديد فقط تعداد اندكي از كشاورزان به كاشت ارقام بومي تداوم بخشيده اند(۱).

ارقام مختلف برنج هاي بومي كه در اكوسيستم هاي آپلند گسترش يافته اند، مي توانند حافظ ريخته ارثي گياه برنج باشند و محققين را در راستاي ايجاد تنوّع ژنتيكي در برنج ها ياري رسانند و آنها را براي كاشت در شرايط متفاوت اكولوژيكي سازگار گردانند تا نهايتاً موجب افزايش توليد اين محصول مهم محصول شوند (۱).

زراعت برنج آپلند در نيجريه :

نيجريه بزرگترين توليدكننده برنج در غرب آفريقا است. امروزه برنج جزو غذاهاي لوكس براي مردم نيجريه محسوب نمي شود و از منابع عمده غذايي براي روستائيان و شهرنشينان كم درآمدي بشمار مي آيد كه رشد ۵ درصدي تقاضا را در سال تجربه مي كند. شهرنشيني موجب تغييراتي در الگوي اشتغال، سطح درآمد و رشد معني دار جمعيت گرديده و بدينگونه شكاف عظيمي بين توليد و تقاضاي برنج در نيجريه حاصل آورده است (۴).

نيجريه پتانسيل آگرواكولوژيك توليد برنج را در راستاي خودكفايي از طرق زير دارد :

الف) اراضي آپلند (upland)

ب) اراضي پائين دست مشروب از باران (rainfed)

پ) اراضي پائين دست فارياب (irrigated)

ت) اراضي آبگير عميق (deep water)

ث) باتلاق هاي جنگل مانگرو (mangrove swamp) (۴).

محصول برنج آپلند در حدود ۲۰ درصد كل توليدات اين محصول را در كشور نيجريه تشكيل مي دهد. امروزه بسياري از كشورهای آفريقايی از جمله نيجريه با توسعه برنج هاي جديد در سيستم توليدات آپلند قاره سياه موسوم به "NERICA" نسبت به زراعت برنج آپلند علاقمند شده اند وليكن متأسفانه كشاورزان مزبور از اطلاعات كافي در مورد توليد برنج آپلند بي بهره اند (۴).

پتانسيل تبديل اراضي قابل كشاورزي به شاليزار در كشور نيجريه در حدود ۹/۴-۶/۴ ميليون هكتار است امّا اينك فقط ۱/۷ ميليون هكتار از اراضي مزبور تحت زراعت برنج قرار دارند. در حدود ۲۵ درصد از اراضي شاليزار كنوني نيجريه را اراضي آپلند تشكيل مي دهند كه تنها از طريق باران مشروب مي شوند (۴).

«جدول۲) سهم اراضي برنج آپلند از كل توليد برنج نيجريه (۴):»

سيستم توليد	مهمترين مناطق كاشت	سهم از كل شاليزارها	متوسط عملكرد	سهم از توليد برنج
برنج آپلند مشروب از باران	سوكوتو ، اويو ، اوسون ، اوندو ، اوگان ، نيجر ، كوگي ، كوارا ، كيبي ، كادونا ، ادو ، اكيتي ، دلتا ، بنيو	۳۰ درصد	۱/۷ تن/هكتار	۲۰ درصد

مهمترين معضلات توليد برنج در نيجريه عبارتند از :

الف) عوامل زنده (biotic) :

۱-الف- علف هاي هرز
۲-الف- آفات شامل : ساقه خوارها ، موريانه ها
۳-الف- بيماري ها شامل : بلاست ، لكه قهوه اي
۴-الف- نماتدها
۵-الف- مهره داران : پرندگان ، جوندگان (۴).

ب) عوامل غير زنده (abiotic) :

۱-ب- خشكسالي
۲-ب- عدم حاصلخيزي خاك (كمبود N,P,K,Zn,Fe)
۳-ب- اسيديته خاك
۴-ب- فرسايش خاك (۴).

انتخاب زمين براي كاشت برنج آپلند بصورت زير انجام مي گيرد :

۱) زميني را در يك منطقه اكولوژيكي مناسب انتخاب مي كنند كه بطور سنتي تحت كاشت برنج قرار داشته اند.
۲) زمين بايد حاصلخيز و برخوردار از قدرت نگهداري آب يعني حاوي رس و مواد آلي كافي باشد.
۳) در صورتيكه خواهان كاشت برنج طي سال هاي متوالي باشند لزوماً نسبت به آزمايش خاك توسط آزمايشگاه معتبر اقدام می گردد.
۴) نسبت به كاشت لگوم ها متعاقب برداشت برنج آپلند و پس از شخم بقايايش اقدام مي ورزند تا بدينگونه بر ميزان مواد آلي خاك افزوده شود (۳).

۵) مناطقي انتخاب مي شوند كه حداقل در ۵ روز از سال طي دوره رشد برنج داراي بارندگي روزانه ۲۰-۱۴ ميليمتر باشند.
۶) اراضي مناسب بايد داراي حاصلخيزي مطلوب، زهكشي خوب و ظرفيت نگهداري آب كافي باشند لذا بايد داراي رُس، مواد آلي و سيلت قابل اعتنا باشند (۴).

آماده سازي شاليزارهاي آپلند به دو طريقه انجام مي پذيرد :
الف) آماده سازي دستي :
بوته ها و زوايد گياهي سطح زمين را جمع آوري و در محلي توده مي نمايند سپس زمين را با كمك "كج بيل" يا "فوكا" (hoe) از علف هاي هرز و ساير بقايا پاكسازي مي كنند. در منطقه "ساوانا" (savanah) به آماده سازي اراضي متناسب با آغاز بارندگي ها مي پردازند كه عمدتاً از فوريه آغاز مي گردد (۳).

مراحل آماده سازي دستي بستر كاشت عبارتند از :
۱) تمامي بوته ها و بقاياي گياهي خشبی را جمع آوري و توده مي سازند.
۲) بقاياي گياهي كوچك و ظريف را با فوكا در خاك مدفون مي كنند.
۳) آماده سازي زمين را متناسب با آغاز بارندگي ها بعمل مي آورند (۴).

ب) آماده سازي مكانيزه :
در صورتيكه زمين تحت شرايط جنگل قرار دارد، بايد ابتدا زمين را از درختان، بوته ها، كنده ها و ريشه هاي مزاحم پاكسازي نموده سپس اقدام به شخم زدن كرد. شخم زدن را در يك دفعه ولي ديسك و هرس را دو دفعه قبل از شروع بارندگي ها اجرا مي نمايند. زمين هاي مسطح بايد داراي اندكي شيب گردند. در صورتيكه زمين

داراي سطح ناهموار (sloppy) مي باشد، بهتر است دو دفعه شخم زده شود تا در هموارسازي بستر بذور تسهيل گردد. قبل از هِرس زدن به پاشيدن كودهاى شخمي اقدام مي شود. زمين را به كرت هاي ۱۰۰-۵۰ مترمربعي تقسيم مي كنند. پهناي نوارهاي تراز يا رديف هاى كنتوري بستگي به ميزان شيب اراضي دارد تا بتوانند آب كافي را از طريق باران جمع آوري نمايند. سطح نوارها را بمنظور كاهش فرسايش بخوبي هموار مي سازند. در صورتيكه خواهان زراعت متوالي برنج آپلند هستند، لزوماً بايد معيارهاي حفاظت خاك ضمن آماده سازي بستر كاشت رعايت گردند (۳).

مراحل كاربرد مكانيزاسيون در آماده سازي اراضي جنگلي عبارتند از :

۱) تمامي كنده ها و ريشه هاي درختان را قبل از آغاز بارندگي ها جمع آوري مى نمايند.

۲) با آغاز اولين بارندگي نسبت به شخم ، ديسك و تسطيح اراضي اقدام مي گردد.

۳) عمليات شخم را در صورتي كه زمين داراي ناهمواري است، تكرار مى كنند.

۴) هِرس زدن را بعد از شخم انجام داده تا علف هاي هرز از زمين جمع آوري و خشك شوند.

۵) زمين را به قطعات ۱۰۰-۵۰ مترمربعي تقسيم بندي مى نمايند. پهناي نوارها را براساس مقدار شيب و ميزان نزولات بطوري تعيين مي كنند كه ضمن جمع آوري آب كافي باران از زهكشي مناسب برخوردار گردند.

۶) زمين را براي كاهش فرسايش ترازبندي مي كنند.
۷) كودهای پایه (شخمي) از انواع P و K قبل از هِرس زدن بمقدار كافي مصرف مي گردند (۴).

ارقام برنج آپلند در نيجريه :

براي انتخاب مناسب ترين ارقام برنج آپلند سازگار با مناطق كاشت همواره به دفاتر خدمات كشاورزي يا شركت هاي تهيّه و توزيع بذور كشاورزي مراجعه مي گردد وليكن معروف ترين ارقام موجود عبارتند از :

«جدول۳) مهمترين ارقام برنج آپلند در كشور نيجريه (۳،۴):»

خصوصيت ارقام	اسامي ارقام	
ارقام زودرس كمتر از ۹۰-۱۰۰ روزه	FARO 38 (IRAT 133)	FARO 1
	FARO 39 (IRAT 144)	FARO 40
	FARO 45 (ITA 257)	FARO 54
	FARO 46 (ITA 150)	FARO 56 (NERICA 2)
	FARO 55 (NERICA 1)	…………
ارقام متوسط رس كمتر از ۱۲۰-۱۰۰ روزه	FARO 11 (OS 6)	FARO 49 (ITA 315)
	FARO 43 (ita 128)	FARO 48
	FARO 47 (ITA 117)	FARO 49
	FARO 48 (ITA)	FARO 53
ارقام ديررس بيش از ۱۲۰ روزه	FARO 25	…………
ارقام برنامه ملي توسعه توليدات غذايي	ITA 321	WAB 35-2-FX
	ITA 331	TDX 1012-28
	IDSAID	…………

كشاورزان برنج آپلند نيجريه اغلب از بذور مرغوب با قوّه ناميه بيش از ۸۰ درصد بدون آلودگي به بذور علف هاي هرز ، خسارات آفات ، ساير بذور و سنگريزه ها بهره می گيرند و از بكار بردن بذور مخلوط با ساير ارقام برنج خودداري می نمايند (۴).

دورمانسي بذور برنج آپلند :

دورمانسي (dormancy) يا كمون سبب قصور جوانه زني بذور بالغ و با كيفيت برنج تحت مناسب ترين شرايط رشد مي گردد. دورمانسي بذوري كه بتازگي برداشت شده اند را از طريق تيمار گرمادهي تحت ۵۰ درجه سانتيگراد در آون و يا قرار دادن بذور بر روي صفحات پلاستيكي و پوشاندن آنها با همان صفحات در زير نور مستقيم خورشيد به مدت ۲-۱ روز می شکنند. براي اين منظور گاهاً از تيمارهاي اسيدي بهره مي برند (۴).

در تيمار اسيدي براي از شكستن دوره دورمانسي بذور برنج بشرح زير عمل مي گردد :
ابتدا شلتوك ها را براي ۲۴-۱۶ ساعت به ازاي هر كيلوگرم از بذور تازه برداشت شده در ۶ ميلي ليتر از اسيد نيتريك غليظ (HNO3 69%) در هر ليتر آب مي خيسانند آنگاه محلول اسيدي را زهكشي نموده و بذور را براي ۵-۳ روز در برابر آفتاب خشك مي كنند تا به رطوبت ۱۴ درصد برسد. اين بذور را متعاقباً تا زمان كاشت در محل خشك انبار مي كنند. قبل از كاشت نسبت به انجام آزمايش قوّه ناميه اقدام می گردد تا مقدار واقعي بذور مصرفي مشخص گردد (۴).

مقدار بذر مصرفي برنج آپلند :

فقط از بذور سالم ، رسيده و با كيفيت براي كاشتن استفاده كنيد. براي اين منظور ابتدا مقداري آب به بذور بيفزاييد سپس تمامي بذور شناور را جمع آوري و منهدم سازيد. زمانيكه از قوّه ناميه (viability) بذور آگاهي نداريد ، بهتر است از طريق آزمايشات ساده اي به تعيين آن جهت برآورد مقدار بذر مصرفي بپردازيد. در اين راستا به انتخاب ۱۰۰ عدد بذر سالم بطور تصادفي از ميان توده بذر مصرفي اقدام نمائيد و آنها را بر روي كاغذ صافي مرطوب درون پتري ديش در شرايط دماي اتاق براي ۵-۴ روز قرار دهيد تا جوانه دار گردند. آنگاه بذوري را كه داراي جوانه هايي بطول بيش از ۱ سانتيمتر هستند را شمارش مي كنند تا قوّه ناميه بذور به درصد محاسبه شود (۴).

در صورتيكه ميزان بذر مصرفي در حدود ۵۰ كيلوگرم در هكتار باشد لذا مقدار بذر مورد نياز براي كاشت را بدين طريق محاسبه مي كنند (۴) :

۸۳ كيلوگرم در هكتار =۶۰% / ۱ ×۵۰ = ۶۰% / ۱۰۰% × ۱ هكتار ×۵۰كيلوگرم در هكتار = درصد جوانه زني / درصد خلوص × مساحت زمين × مقدار بذر لازم = بذور مورد نياز (كيلوگرم/هكتار)

براي تعيين درصد خلوص بايد مقداري از بذور مورد نياز را برداشته و پس از جدا نمودن دانه هاي سالم به محاسبه درصد آنها از كل نمونه بپردازيد (۴).

بطور كلي مي توان از دستورالعمل زير براي تعيين مقدار بذر لازم استفاده نمود :

۱) مقدار ۶۰ كيلوگرم در هكتار در طريقه بكارگيري ميخ نشاء (dibbling)

۲) مقدار ۵۵-۵۰ كيلوگرم در هكتار در طريقه كاشت خطي (drilling row) با فواصل خطوط ۳۰ سانتيمتر

۳) مقدار ۱۰۰-۸۰ كيلوگرم در هكتار در طريقه بذرپاشي (broadcasting) (۳).

تيماردادن بذور برنج :

بذور را با مخلوطي از قارچكش ها و حشره كش ها تيمار دهيد. بعنوان مثال مي توان از سم "اپرون" (Apron star TM 42 ws) كه مخلوطي از سموم زير است ، بميزان يك بسته كوچك يا پيمانه (sachet) براي ضدعفوني هر ۴ كيلوگرم بذر قبل از كاشت استفاده نمود :
«thiamethoxam 20 g/L + difenoconazole 2 g/L + metalayl-m 20 g/L» (۴).

از ساير سموم مناسب و قابل دسترس نيز مي توان بهره گرفت كه عبارتند از :
۱) سم "procot 40 ws" شامل :
"carbosulfan + carbendazim + metalaxyl-m"
۲) سم "calthioc 50 ws" شامل :
"thiram + chlorpyriphos-ethyl" (۴).

در مناطقي كه دچار معضل موريانه ها و نماتدها هستند، بايد بميزان ۲/۵ كيلوگرم ماده خالص (a.i) در هكتار از سم "كربوفوران" (carbofuran) با نام تجاري "فورادان" (Furadan TM) را در رديف هاي كاشت با خاك در آميخت و براي اطمينان از كاربرد يكنواخت بايد سم "فورادان" را با شن بميزان ۴ : ۱ مخلوط نمود(۴).

بذور را براي مدت ۲۴ ساعت در آب مي خيسانند سپس قبل از كاشت جهت حصول سبزشدن يكنواخت و استقرار سريع براي مدت ۴۸ ساعت انكوباتور مي نمايند (۴).

زمان کاشت برنج آپلند در نيجريه :

الف) مناطق جنگلي :

در شرايط آگرواکولوژيکي جنگل نسبت به کاشت برنج آپلند در اواسط مارس تا اواسط مه بعد از وقوع ۳-۲ باران مؤثر اقدام مي شود.

ب) مناطق ساوانا :

در شرايط آگرواکولوژيکي "ساوانا" گياه برنج آپلند را در اواسط مه تا اواسط ژوئن متناسب با وقوع بارندگي ها مي کارند (۳،۴). اجازه بدهيد تا بارندگي ها زمين را قبل از کاشت بذور بخوبي سيراب کنند و بذور را در شرايط مرطوب بودن خاك بويژه بلافاصله پس از بارندگي بکاريد (۴).

روش هاي کاشت برنج آپلند :

۱) استفاده از ميخ نشاء (dibbling) :

در اين شيوه سوراخي را در سطح خاك ايجاد نموده سپس ۸-۵ بذر را در عمق ۳-۲ سانتيمتري خاك مستقر مي سازند.

۲) کاشت خطي (drilling) :

شيارهای (groove) کوچکي بعمق ۳-۲ سانتيمتر در خاك ايجاد نموده و بذور را بحالت کم پُشت (sparsely) در شيارها قرار داده و سطح آنها را با خاك می پوشانند.

۳) بذرپاشي (broadcasting) :
در اين روش ابتدا بذور را بدون هيچ الگويي بر سطح خاك مي پاشند سپس با شنكش و يا شاخه هاي درختان با خاك در مي آميزند (۴).

جمعيت گياهي برنج آپلند :

۱) روش ميخ نشاء :
در روش بكارگيري ميخ نشاء با تراكم ۳۰ × ۳۰ سانتيمتر يا ۲۰ × ۲۰ سانتيمتر نيازمند ۶۰-۵۰ كيلوگرم بذر منفرد در هكتار است (۴). در يك شيوه از بذركاري مستقيم يا طريقه استفاده از ميخ نشاء اقدام به كاشت بذور در تراكم ۲۵ × ۲۵ سانتيمتر براي حصول ۱۶۰ هزار بوته برنج در هكتار اقدام مي گردد. بهتر است به تعداد ۵-۴ دانه شلتوك (paddy) يعني تعدادي كه با سه انگشت (pinch) برداشته مي شود، در هر سوراخ قرار داده شوند. بذور بايد در عمق ۵-۳ سانتيمتري خاك قرار گيرند سپس سطح خاك بنرمي فشرده گردد. در شيوه كاشت خطي مي توان فواصل خطوط را ۲۰-۱۵ سانتيمتر انتخاب نمود (۳).

۲) روش خطي :
در شيوه كاشت خطي با تراكم ۳۰-۲۵ × ۵ سانتيمتر نيازمند ۸۰-۷۵ كيلوگرم بذر در هكتار مي باشد (۴).

۳) طريقه بذرپاشي :
در طريقه بذرپاشي به ۱۰۰-۸۰ كيلوگرم بذر در هكتار احتياج است (۴).

امروزه شيوه هاي كاشت خطي و بذرپاشي در موارد زير توصيه نمي گردند :
الف) امكان بروز خشكي در اوايل فصل رشد
ب) كمبود بذر كافي
پ) كمبود كود كافي (۴).

تنك كردن بوته ها (thinning) :

بعد از ۳-۲ هفته در شيوه بكارگيري ميخ نشاء به تنك كردن بوته ها مي پردازند بطوريكه در هر كپه (stand) فقط ۴-۲ بوته برنج باقي بمانند. در اين روش تراكم گياهي ۴۴-۲۲ گياه در مترمربع براي فواصل ۳۰ × ۳۰ سانتيمتر و ۱۰۰-۵۰ گياه در مترمربع براي فواصل ۲۰ × ۲۰ سانتيمتر حاصل مي شوند. در روش كاشت خطي فقط یک بوته در هر نقطه حفظ می شود و برای جلوگیری از جمعیت زیاد بهتر است فواصل بذور را ۵ سانتيمتر در داخل خطوط تعيين كرد تا به تراكم ۸۰ بوته در مترمربع دست يافت (۴).

حذف بوته هاي ناخالص :

حذف بوته هاي ناخالص يا "راگينگ" (rogueing) را در هر مرحله از رشد گياه برنج بمحض تشخيص انجام مي دهند. "راگينگ" در مورد ارقام ناخالص و همچنين علف هاي هرز اجرا مي شود بطوريكه از جهات زير با بوته هاي اصلي برنج آپلند متفاوتند :

ارتفاع ، چرخه زندگي ، رنگ دانه ، شكل دانه ، شكل پانيكول ، شكل برگ ، رنگ پايۀ برگ و وضعيت ريشك(۴).

كاربرد كودها (fertilizers) :

كودها با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان به رشد بهینه و سلامتی بوته های برنج کمک می کنند. کودها می توانند از انواع آلی ، معدنی و یا هر دو باشند.

الف) کودهای آلی می توانند به اشکال کودهای دامی ، کمپوست و یا بقایای محصولات کشاورزی استفاده گردند.

ب) کودهای معدنی از انواع کارخانه ای هستند. اینگونه کودها از نظر مقدار و زمان مصرف بمنظور کسب راندمان بهینه و حفاظت محیط زیست حائز اهمیت هستند (۴).

انواع کودهای مصرفی :

۱) کودهای تک عنصری :

کودهای تک عنصری (single ; straight) فقط یکی از عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاهان مثل N,P,K را تأمین می کنند و از جمله عبارتند از :

۱-۱- کودهای نیتروژنه نظیر : اوره ، سولفات آمونیوم ، نیترات آمونیوم ، نیترات آمونیوم کلسیم دار (CAN)

۱-۲- کودهای فسفره نظیر : سوپر فسفات ساده (SSP) ، سوپر فسفات تریپل (TSP)

۱-۳- کودهای پتاسه نظیر : کلرید پتاسیم (KCL) یا "موریات پتاسیم" (MOP)

موریات (muriate) عبارت از ترکیب فلزات قلیایی با اسید کلریدریک جهت تولید کلرید پتاسیم است (۴،۷).

۲) کودهای مرکب :

کودهای مرکب (compound) به تأمین بیش از یک عنصر غذایی مورد نیاز گیاهان از جمله N,P,K می پردازند که عبارتند از :

۲-۱- کود مرکب ۱۵-۱۵-۱۵ که حاوی ۱۵% ازت ، ۱۵% از نظر P2O5 و ۱۵% از نظر K2O است.

۲-۲- کود مرکب ۱۰-۱۰-۲۰ که حاوی ۲۰% ازت ، ۱۰% از نظر P2O5 و ۱۰% از نظر K2O است.

۲-۳- کود مرکب ۰-۱۰-۳۰ که حاوی ۳۰% ازت ، ۱۰% از نظر P2O5 و ۰% از نظر K2O است.

۲-۴- کود مرکب نیترات فسفات آمونیوم (APN)

تاکنون هیچ فرمولاسیون ویژه ای برای گیاه برنج تعیین نشده است (۴).

«جدول۴) مشخصات کودهای قابل استفاده در برنج آلند (۴):»

نام فارسی کود	علامت اختصاری	میزان عناصر غذایی
نیترات آمونیوم	AN	۳۴-۳۳ درصد ازت
مخلوط سنگ آهک و نیترات آمونیوم	ANL	۲۸-۲۰ درصد ازت
سولفات آمونیوم	AS	۲۱ درصد ازت
نیترات سولفات آمونیوم	ASN	۲۶ درصد ازت
مخلوط کربنات کلسیم و نیترات آمونیوم	CAN	۲۸-۲۰ درصد ازت
نیترات آمونیوم اوره	UAN	۳۲-۲۸ درصد ازت
نیترات فسفات آمونیوم	APN	۱۸-۳۶-۰ از NPK
سولفات فسفات آمونیوم	APS	۱۶-۲۰-۰ از NPK
فسفات دی آمونیوم	DAP	۱۸-۴۶-۰ از NPK
فسفات مونوآمونیوم	MAP	۱۱-۵۵-۰ از NPK
پلی فسفات آمونیوم	APP	۱۰-۳۴-۰ از NPK
نیترات پتاسیم	NK	۱۳-۰-۴۴ از NPK
موریات پتاسیم (کلرید پتاسیم)	MOP	۶۲-۶۰ درصد K2O
سولفات پتاسیم	SOP	۵۰ درصد K2O
سوپر فسفات ساده	SSP	۲۲-۱۶ درصد P2O5
سوپر فسفات تریپل	TSP	۴۸-۴۴ درصد P2O5
متافسفات پتاسیم	KMP	۰-۵۵-۳۷ از NPK
فسفات مونو پتاسیم	MKP	۰-۴۷-۳۱ از NPK

اختلاط کودهای مصرفی :

زمانیکه نیازمند کاربرد بیش از دو عنصر مورد نیاز گیاهان هستید و ضمناً ترکیب کودی مناسب در دسترس قرار ندارد آنگاه می توان کودهای تک عنصری را پس از توزین بمیزان مطلوب مخلوط نموده و در سطح مزرعه بکار گرفت. از این شیوه بویژه در مزارع برنج وسیع و مکانیزه استفاده می گردد. باید توجه داشت که تمامی کودها قابلیت اختلاط با همدیگر را ندارند و بنوعی با یکدیگر ناسازگارند. مثلاً در مواقعی که نیازمند استفاده از کودهای فسفره و ازته بعنوان کود پایه هستید هیچگاه اقدام به اختلاط کود سولفات آمونیوم با سنگ فسفات و یا اوره با سوپر فسفات ننمائید زیرا عناصر موجود در آنها قادر به انجام واکنش با یکدیگر در جهت کاهش اثربخشی می باشند (۴).

«جدول۵) قابلیت اختلاط کودهای منفرد قبل از مصرف (۴):»

کودها بترتیب مجانب	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
نیترات کلسیم	Y	F	F	F	F	F	F	N	F	F	N	N	F	F	N	F	F
نیترات چیلیان	F	Y	F	Y	Y	Y	F	F	Y	Y	F	F	Y	Y	Y	Y	F
نیترات آمونیوم کلسیم	F	F	Y	F	Y	F	F	N	N	F	N	N	N	N	Y	F	Y
نیترات سولفات آمونیوم	F	Y	F	Y	F	Y	F	N	N	Y	F	F	N	N	F	Y	F
نیتروپتاس	F	Y	Y	F	Y	F	F	Y	N	Y	F	F	N	N	Y	Y	F
سولفات آمونیوم	F	Y	F	Y	F	Y	Y	F	N	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y
نیترات منزیم	F	F	F	F	F	Y	Y	F	N	F	Y	Y	N	N	F	Y	Y
اوره	F	F	N	N	N	F	F	Y	Y	F	N	N	F	F	F	Y	Y
سیانامید کلسیم	F	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N	Y	Y	F	Y	Y
فسفات دی آمونیوم	F	Y	Y	Y	Y	Y	F	F	N	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y
سوپر فسفات ساده	N	F	N	F	F	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y
سوپر فسفات تریپل	N	F	N	F	F	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y
سرباره پایه	F	Y	N	N	N	N	N	F	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
سنگ فسفات	F	Y	N	N	N	N	N	F	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
موریات پتاسیم	F	Y	N	N	N	N	N	F	Y	N	N	N	Y	Y	F	F	F
سولفات پتاسیم	F	Y	F	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	F	Y	Y	Y
سولفات پتاس منزیم	F	F	F	F	F	Y	Y	Y	Y	F	Y	Y	Y	F	Y	Y	Y

Y = قابلیت اختلاط و انبارکردن | F = قابلیت اختلاط و کاربرد لغایت ۳ روز | N = عدم قابلیت اختلاط

مقدار کودهای مصرفی :

کاربرد کودها باید مبتنی بر موارد زیر باشد :

الف) عناصر باقیمانده در خاک بر اساس آزمایشات خاک

ب)عملکرد مورد انتظار

پ) نوع کودهای قابل دسترس

کشاورزان باید توصیه های کودی را بر اساس آزمایش خاک بکار گیرند. در صورتیکه به دلایلی چون : هزینه زیاد ، عدم دسترسی به آزمایشگاه های مورد وثوق و یا عدم وقت کافی از آزمایش خاک صرف نظر شده است، لزوماً باید از جداول توصیه کودی نرمال استفاده شود (۴).

«جدول۶) مقدار N,P,K توصیه ای مبتنی بر آزمایش خاک شالیزار (۴،۶):»

عناصر غذایی	درجات حاصلخیزی خاک	مقادیر توصیه ای (kg/ha)	نوع و مقدار کود مصرفی (kg/ha)
نیتروژن	کم (کمتر از ۱ گرم ازت در کیلوگرم)	۶۰-۸۰	۸۰ کیلوگرم ازت خالص معادل ۱۷۴ کیلوگرم اوره
	متوسط (۲-۱ گرم ازت در کیلوگرم)	۴۰-۶۰	۶۰ کیلوگرم ازت خالص معادل ۱۳۰ کیلوگرم اوره
	زیاد (بیش از ۲ گرم ازت در کیلوگرم)	۲۰-۴۰	۴۰ و ۲۰کیلوگرم ازت خالص بترتیب معادل ۸۷ و ۴۴ کیلوگرم اوره
فسفر	کم (کمتر از۱۵-۷ میلیگرم در کیلوگرم)	۳۰-۶۰ P2O5	۶۰ کیلوگرم فسفر خالص معادل ۳۳۳ کیلوگرم سوپرفسفات ساده یا ۱۳۲ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل
	متوسط (از۲۰-۱۵میلیگرم در کیلوگرم)	۱۵-۳۰ P2O5	۳۰ کیلوگرم فسفر خالص معادل ۱۶۷ کیلوگرم سوپر فسفات ساده یا ۶۶ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل
	زیاد (از ۲۵-۲۰ میلیگرم در کیلوگرم)	۰-۱۵ P2O5	۱۵ کیلوگرم فسفر خالص معادل ۸۵ کیلوگرم سوپر فسفات ساده یا ۳۳ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل
پتاسیم	کم (کمتر از ۰/۲سانتی مول در کیلوگرم)	۳۰ کیلوگرم K2O	۳۰ کیلوگرم پتاس خالص معادل ۵۰ کیلوگرم کلرید پتاسیم
	متوسط (از۰/۴-۰/۲سانتی مول در کیلوگرم)	۱۵-۳۰ کیلوگرم K2O	۱۵ کیلوگرم پتاس خالص معادل ۲۵ کیلوگرم کلرید پتاسیم
	زیاد (بیش از ۰/۴ سانتی مول در کیلوگرم)	۰-۱۵ کیلوگرم K2O	
سانتی مول بر کیلوگرم (Cmolc/kg) معادل میلی اکی والان (meq) در ۱۰۰ گرم خاک است.			
از چارت رنگ برگ (LCC) می توان موقتاً بجای آزمایش خاک بهره گرفت.			

استفاده از چارت رنگ برگ :

زمانیکه چارت رنگ برگ یا "LCC" (leaf color chart) در دسترس قرار دارد، می توان از آن بشرط کالیبره بودن برای تعیین میزان کمبود گیاه به ازت بهره گرفت. از LCC در آغاز مرحله پنجه زنی بوته های برنج استفاده می شود و آنرا با فواصل ۱۰-۷ روز تکرار می کنند. برای این منظور باید از برگ های کامل و بالغ بهره جست تا مؤید وضعیت ازت در گیاه باشد. بهتر است بخش میانی برگ ها با نمونه های LCC مقایسه گردد. در این راستا اقدام به انتخاب تصادفی ۱۰ برگ از بخش های مختلف کرت ها می نمایند لذا در صورتیکه برگ ها مقارن با رنگ نمونه های ۳≥ باشند آنگاه لزوم کاربرد کود سرپاش تأئید می شود. باید توجه داشت که رنگ برگ های گیاه برنج در مواجهه با نور مستقیم خورشید تغییر می یابد لذا بهتر است آنرا در وضعیت سایه با LCC مقایسه نمائید (۴).

زمان مصرف کودها :

آزمايش خاك بايد قبل از بكارگيري كودها انجام گيرد. دولت نيجريه در جهت آزمايش خاك و توصيه هاي كودي با كشاورزان همراهي و مساعدت مي نمايد. كشاورزان هيچگاه در زمين هايي كه بتازگي از وضعيت جنگل به حالت مزرعه درآمده است، براي سال اول كاشت برنج از كودها بهره نمي گيرند :

الف) كودهاي پايه يا شخمي (basal) :

در صورتيكه نيازمند بكارگيري كودهاي پايه باشيد، بايد انواع فسفره و پتاسه آنرا همراه با آخرين مرحله آماده سازي خاك مثلاً مرحله هِرس زدن و قبل از كاشت بذور بكار گرفت. در مواردي كه بوته ها جهت تغيير كاربري اراضي سوزانده شوند آنگاه نيازي به مصرف كودهاي فسفاته و پتاسه نخواهد بود. كودهاي پايه را بميزان ۱۰۰ كيلوگرم در هكتار (معادل دو كيسه) از نوع ۱۵-۱۵-۱۵ قبل از كاشت بذور و يا همراه با اولين وجين علف هاي هرز (حدوداً ۳-۲ هفته پس از سبزشدن گياه زراعي) مصرف مي كنند تا بدين طريق كودها به داخل خاك منتقل گردند (۳).

بهترین زمان کاربرد کودهای فسفره و پتاسه همراه با آخرین هِرس زدن بلافاصله قبل از کاشت و یا قبل از سبزشدن بوته های برنج است. توصیه می گردد که ۳۰ کیلوگرم فسفات خالص را همراه با ۳۰ کیلوگرم پتاس خالص مصرف کنند. کودها را قبل از مصرف بمنظور مخلوط کردن بر سطح سفتی می ریزند سپس آنها را با بیلچه بخوبی می آمیزند. کودهای مخلوط شده را مجدداً در گونی ها می ریزند و تا زمان مصرف در شرایط خشک انبار می کنند. کودهای پایه مخلوط شده را در زمان هِرس زدن و یا قبل از سبزشدن بوته ها بصورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش می کنند. گاهاً ۲۰-۱۵ کیلوگرم ازت خالص به ازای هر تن محصول دانه ای مورد انتظار برنج همراه با کودهای فسفره و پتاسه بعنوان کودهای شخمی مصرف می گردد (۴).

ب) كود سَرَك (top dressing) :

كاربرد ۵۰ كيلوگرم (معادل يك كيسه) از كود اوره در هكتار حدوداً ۵ هفته پس از كاشت انجام مي گيرد. در مناطقي كه داراي اسيديته بالايي است، از سولفات آمونيوم استفاده نمي كنند امّا ساير منابع نيتروژنه از جمله اوره ارجحيت دارند(۳).

برای خاک های اسیدی و یا خاک های تحت زراعت مداوم که در معرض کمبود پتاسیم و فسفر قرار دارند، می توان آنها را در مرحله هِرس زدن و قبل از کاشت بذور مصرف نمود. در خاک های اسیدی قوی (۴/۸ ≥

PH) و یا خاک های دچار کمبود شدید فسفر باید مقادیر کود فسفره مصرفی خالص را تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. بطور عمومی مقدار ۸۰-۶۰ کیلوگرم ازت ، ۳۰ کیلوگرم فسفر خالص و ۳۰ کیلوگرم پتاس خالص در هکتار توصیه می گردد. اغلب کشاورزان از کودهای پتاسه در شالیزارها بهره می گیرند گواینکه برنج آپلند واکنش معنی داری در قبال مصرف آن نشان نمی دهد. کودهای ازته را در ۳-۲ قسط در زمین می پاشند تا از تلفات آنها در اثر تابش خورشید و یا آبشویی با آب باران کاسته گردد (۴).

غالباً برای کود سرک توصیه می گردد که از اوره بمیزان ۸۰-۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار استفاده شود. مقادیر کمتر کود سَرَک را برای خاک هایی با حاصلخیزی متوسط و ارقام زودرس برنج استفاده می گردند:

الف) اولین مرحله کاربرد کود سَرَک را در مرحله پنجه دهی (tillering) بوته های برنج یعنی حدوداً ۲۱ روز پس از بذرکاری و بلافاصله پس از اولین وجین انجام می دهند.

ب) دومین مرحله کود سَرَک در مرحله خوشه رفتن یعنی زمان شکل گیری پانیکول ها در داخل ساقه های برنج اجرا می گردد که حدوداً ۵۰-۴۵ روز پس از کاشت بذور می باشد. اغلب کود این مرحله را پس از وجین دوّم بطور یکنواخت بر سطح خاک می پاشند. همچنین کود سَرَک را می توان درون شیاری به عمق ۲ سانتیمتر در فاصله ۵ سانتیمتری بوته ها قرار داد (۴).

شیوه کاربرد کودها :

در کاربرد کودها به هر دو صورت پخشاندن (broadcasting) و تعبیه خطي (drilling) باید مطمئن گردید که آنها بخوبي با خاك آمیخته گردند. کودها را در فاصله ۱۰ سانتیمتري طوقه گیاهان و یا کپه هاي کاشت بعد از نزول باران کافي قرار می دهند (۳).

شیوه کاربرد کودهای میکرو در زراعت برنج بقرار زیر می باشند :

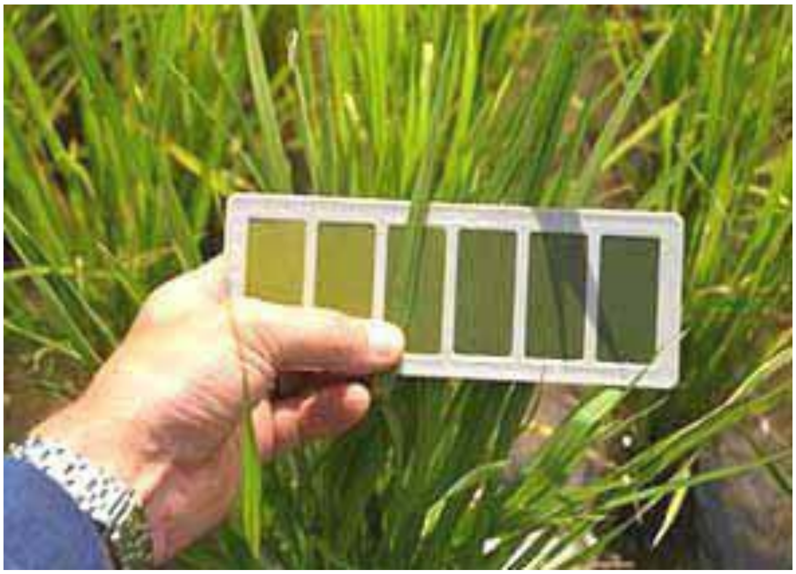
الف) کمبود آهن :

زمانیکه خاك از نظر مواد آلي و عنصر آهن (Fe) دچار کمبود است آنگاه گیاهچه ها (seedling) بعد از ۲-۱ هفته پس از سبزشدن ابتدا زرد و سپس سفید مي شوند و متعاقباً خشك مي گردند. در اینگونه موارد به اسپري کردن "سولفات فرو" ۱ درصد به همراه اسید سیتریك ۰/۲ درصد یا جوهر لیمو (lime) در ۵۰۰ لیتر آب در هکتار بصورت ۲-۱ دفعه متناسب با ترمیم وضعیت گیاهان مي پردازند و آنرا با فواصل زمانی ۲ هفته تکرار می کنند. از "شلات" (chelate) آهن و اوره نیز مي توان به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار در فواصل بین ردیف ها استفاده نمود (۳،۴).

ب) کمبود روي :

علائم کمبود عنصر روی (Zn) حدوداً ۴-۳ هفته بعد از بذرپاشی بصورت لکه های پراکنده به رنگ زرد روشن بر سطح برگ های قدیمی ظاهر می گردند که بمرور در اثر بزرگتر شدن به همدیگر ملحق شده و به رنگ قهوه ای تیره در می آیند. برگ های بالغ نهایتاً به رنگ قهوه ای زنگاری تغییر یافته و طی یک ماه

خشک می شوند. گاهاً ممکن است خطوط سفید رنگی نیز در راستای رگبرگ میانی دومین و سومین برگ های بالغ ظاهر گردند. نهایتاً برخی کپه های برنج ممکن است بدین دلیل بخوبی استقرار نیابند. در چنین مواقعی پنجه زنی بشدت کاهش یافته و یا اصولاً ملغی می شود(۴).
۱-ب- از سولفات روي با غلظت ۲۰ درصد روي به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار استفاده مي گردد.
۲-ب- سولفات روي ۱ درصد را با جوهر لیمو ۰/۵ درصد در ۵۰۰ لیتر آب در هکتار در آغاز مشاهده علائم کمبود بصورت اسپري بکار مي برند (۳،۴).



کنترل علف هاي هرز :

۱) کنترل دستي :
۱-۱- اولین کنترل علف هاي هرز را ۳-۲ هفته پس از سبزشدن گیاه اصلي با استفاده از فوکا (hoe) یا داسك (cutlass) انجام مي دهند. ضمناً اجراي زودهنگام اولین وجین ارجح است.
۱-۲- دومین وجین دستي را ۷-۶ هفته پس از سبزشدن (۴ هفته پس از وجین اول) گیاه اصلي اجرا مي کنند. این مرحله مصادف با مرحله خوشه رفتن بوته های برنج و در تلفیق با دومین مرحله کاربرد کود سَرَک انجام می گیرد.
۱-۳- سومین وجین دستي فقط در صورت ضرورت توصیه مي شود.
توجه داشته باشید که وجین دستی در بسیاری موارد بویژه در مواجهه با علف های هرز چندساله ای نظیر اویارسلام چندساله یا ریزوم دار مؤثر نیست (۳،۴).

۲) کنترل شیمیایي :

۲-۱- قبل از سبزشدن (pre-emergence) :

۲-۱-۱- براي این منظور از علف کش "رنستار" با فرمولاسیون امولسیون (Ronstar TM-EC) و نام تجارتی "اکسادیازون" (oxadiazon) در فاصله بعد از کاشت بذور لغایت حدود ۳-۲ روز پس از کاشت به میزان ۶-۴ لیتر در هکتار استفاده مي گردد.

۲-۱-۲- علف کش "پاراکوآت" (paraquat) با نام تجارتی "گراماکسون" (Gramoxe TM) را به میزان ۲ لیتر در هکتار بمحض رویش علف هاي هرز در فاصله کاشت بذور برنج لغایت ۲۴ ساعت بعد از آن در مزرعه اسپري مي نمایند. از این علف کش هیچگاه نباید پس از سبزشدن بذور برنج استفاده نمود زیرا گراماکسون از علف کش های عمومی ضد سبزینگی است (۳،۴).

۲-۲- بعد از سبزشدن (post-emergence) :

۲-۲-۱- از علف کش "رنستار" با فرمولاسیون پلت (Ronstar TM-Pl) حدود ۲۱-۱۴ روز پس از کاشت بمیزان ۶-۴ لیتر در هکتار بهره مي گیرند.

۲-۲-۲- از علف کش هاي "پروپانیل یا استان اف۳۴" (propanil : Stan F34) ، "تامارایس" (Tamarice) و "پروپانیل- بنتازون" یا "بازاگران" (propanil-bentazon یا basagran) حدود ۲۱-۱۴ روز پس از کاشت بمیزان ۳ کیلوگرم ماده خالص در هکتار استفاده مي کنند. "پروپانیل" و یا "تامارایس" را بمیزان ۲۲۰ میلي لیتر (سي سي) و "بازاگران" را بمیزان ۱۵۰ میلي لیتر در ۱۰ لیتر آب محلول ساخته و با سمپاش هاي پشتي (knapsack) بکار مي گیرند (۳،۴).

اصولاً گونه هاي مختلف علف هاي هرز مقاوم به علف کش ها و همچنین علف هاي هرزي که جدیداً سبز می شوند از جمله علف ذرتي (corn grass) با نام علمي "Rottboillia cochinchinensis" باید بکلي ریشه کن گردند. بعلاوه براي تهيّه بستر کاشت عاري از علف هاي هرز مي توان از علف کش هاي خاک مؤثر استفاده نمود (۳).

«جدول۷) نام و مقادیر علفکش مصرفی در شالیزارهای آپلند (۴):»

علفکش	مرحله رشد برنج	مرحله رشد علف هرز	فرم تجارتی در هکتار	علف های قابل کنترل	علف های مقاوم
پاراکوآت	بعد از آماده سازی بستر تا بلافاصله پس از کاشت	مرحله گیاهکی تا نمو کامل	۳ لیتر	اغلب پهن برگ ها	پنجه مرغی، حلفا، اویارسلام
گلیفوسیت	از آماده سازی بستر لغایت ۲ هفته قبل از کاشت بذور	مرحله گیاهکی تا نمو کامل	۶ لیتر	اغلب گیاهان هرز از جمله اویارسلام و گراس های ریزوم دار	---
اکزادیازون	حداکثر ۳-۲ روز پس از کاشت	قبل از سبزشدن	۴ لیتر	گراس ها، اویارسلام، پهن برگ ها	کمپوزیته، کامیلیناسه، پاپیلیوناسه، گراس های ریزوم دار
اکزادیازون + پروپانیل	۱۵-۱۰ روز پس از کاشت	۴-۳ برگی	۵ لیتر	گراس ها، اویارسلام، برگ پهن ها	اغلب علفهای هرز پس از ۴-۳ برگی
بنتازون + پروپانیل	۱۵-۱۰ روز پس از کاشت	۴-۳ برگی	۶ لیتر	گراس ها، اویارسلام، برگ پهن ها	اغلب علفهای هرز پس از ۴-۳ برگی
فلورفین + پروپانیل	۱۵-۱۰ روز پس از کاشت	۴-۳ برگی	۱۰ لیتر	گراس ها، اویارسلام، برگ پهن ها	اغلب علفهای هرز پس از ۴-۳ برگی
تئوبنکارب + پروپانیل	۱۵-۱۰ روز پس از کاشت	۴-۳ برگی	۸ لیتر	گراس ها، اویارسلام، برگ پهن ها	اغلب علفهای هرز پس از ۴-۳ برگی

آفات برنج (pest) :

۱) ساقه خوارها (stemborers) :

مهمترین ساقه خوارهای برنج عبارتند از :

الف- کرم ساقه خوار صورتی برنج (sesamia)

ب – کرم ساقه خوار نواری برنج (chilo)

پ – کرم ساقه خوار آفریقایی برنج (maliarpha)

ت – کرم ساقه خوار زرد برنج (scirpophaga) (۴).

مهمترین شیوه های کنترل ساقه خوارهای برنج بشرح زیر می باشند :

۱-۱- مدیریت ساقه های باقیمانده در زمین یا آشکل (stubble) از طریق سوزاندن، شخم زدن یا غرقاب نمودن مزرعه پس از برداشت محصول بمنظور تخریب جایگاه لاروهای در حال "میان آسایی" یا "دیاپوز" (diapauses) ساقه خوار آفریقایی برنج .

۱-۲- کاشت نواری و یا بینابین ذرت با ارقام جدید برنج موسوم به "NERICA" بمنظور کاهش خسارات ساقه خوارها به بوته های برنج زیرا دو محصول مذکور دارای آفات ساقه خوار مشترکی هستند.

۱-۳- حشراتی نظیر سوسک های خاکی (carabids) ، سن های شکارگر (reduviids) ، سنجاقک ها (dragonflies) و عنکبوت ها (spiders) بعنوان دشمنان طبیعی یا پریداتور کرم ساقه خوار نواری برنج شناخته می شوند لذا باید محافظت گردند.

۱-۴- دشمنان کرم ساقه خوار آفریقایی و کرم ساقه خوار صورتی برنج در نیجریه عبارتند از :

۱-۴-۱- زنبورك هاي پارازيتوئيد (braconids) نظير : "Rhaconotus scirpophagae" ، " Bracon antennatus" و "Cotesia sesamiae"

۱-۴-۲- مگسك هاي پارازيتوئيد (eulophids) نظير : "Pediobus furvus"

جملگي حشرات مذكور در زمره دشمنان طبيعي كرم ساقه خوار آفريقايي و كرم ساقه خوار صورتي برنج بشمار مي آيند لذا بايد در مزارع بخوبی مراقبت گردند (۴).

۱-۵- از ارقام برنج مقاوم و متحمل نظير : LAC 23 ، ITA 121 ، TOS 4153 و NERICA 1 استفاده شود(۴).

۲) موريانه ها (termites) :

۲-۱- پيشگيري :

براي اين منظور بايد تمامي چوب هاي خشك و بقاياي گياهي را جمع آوري نموده و بسوزانيد سپس تل هاي كوچك محل زندگي موريانه ها (termite mound) را تخريب كنيد.

۲-۲- كنترل :

۲-۲-۱- عمليات سنتي مؤثر در مقابله با موريانه ها عبارتند از :

الف- استفاده از ساقه هاي بامبو

ب – دوددادن آشيانه موريانه ها

پ – كاربرد نمك

ت – آب بستن آشيانه موريانه ها (۴).

۲-۲-۲- استفاده از آفتكش هاي زيستي نظير:
الف- روغن دانه هاي درخت "نيم" (neem) بصورت ۲۲ ليتر از روغن دانه درخت مزبور در ۵۰۰ ليتر آب در هكتار و همچنين ۸۰۰ كيلوگرم از پودر دانه هاي درخت "نيم" در هكتار.
ب – استفاده از پودر تنباكو در مقابله با موريانه ها مؤثر است بطوريكه از آن مي توان بجاي آفتكش هاي شيميايي بادوام نظير "كاربوفوران" (carbofuran) استفاده نمود كه اخيراً توسط برخي كشورها ممنوع شده است.
پ – قارچ هاي پاتوژن حشرات نظير "Metarrhizium anisopliae" از استراتژي هاي مؤثر در مقابل هجوم موريانه ها به مزارع برنج آپلند مي باشند بدينگونه كه ۲ گرم از اسپور پودري آنرا با ۶۰ سانتيمترمكعب از پودر چوب يا خاك ارّه مخلوط مي سازند و مخلوط حاصله را در حفره هايي به عمق ۳ سانتيمتر قرار داده و با خاك ارّه مي پوشانند تا از نور خورشيد در امان بماند.
ت – استفاده از روغن پالم قرمز مخلوط با روغن نخل آمريكايي يا "پاپاو" (pawpaw) بعنوان شيوه اي سنتي براي كنترل بيولوژيك موريانه ها است. اين مخلوط سبب جذب مورچه هاي سرباز مي شود تا با هجوم به موريانه ها باعث گريز آنها گردند.
۲-۲-۳- استفاده از ارقام برنج مقاوم يا متحمل به موريانه ها از جمله : NERICA 2 ، NERICA 1 و LAC 23 (۴).
۲-۲-۴- از سم "ناگوس ۵۰" (Nagos 50) بميزان ۳۰ ميلي ليتر در يك گالن آب (۴/۵۱ ليتر) بهره مي گيرند. هر ۲ گالن از چنين محلولي براي تخريب يك تل محل زندگي موريانه ها كفايت مي نمايد (۳).

۳) لارو شب پره ها (army worm) :
در صورت هجوم اين آفات كه از جمله برگخواران محسوب مي شوند، بايد از اسپري "گامالين ۲۰" (Gammaline 20) يا "كارباريل" (Carbaryl يا vetox 85) بميزان ۱/۶۳ كيلوگرم در ۲۲۵ ليتر آب براي هر هكتار استفاده نمود(۳).

۴) مهره داران (vertebrate) :
در اطراف مزرعه ، نواري بعرض ۳-۲ متر را از علف ها و بوته هاي هرز عاري سازيد تا باعث كنترل جوندگان (rodent) گردد. از ساقه هاي بامبو و برگ هاي نخل براي ساختن حصار در اطراف مزرعه بلافاصله پس از كاشت برنج بهره گيريد. محل هاي باريكي براي عبور و مرور ايجاد كنيد و در مسير به تعبيه تله هاي مناسب اقدام ورزيد. موش صحرايي (rat) و موش علفزار (grass cutter) را مي توان با كمك تله هاي گيره اي شكار نمود. از شيوه هاي ترساندن براي كنترل پرندگان بهره گيريد. كارگراني را براي اين منظور از زمان كاشت تا دو هفته پس از آن استخدام نمائيد. آنها بايد از ۶ صبح تا ۷ عصر مجدّانه كار كنند و اين عمل را بايد از زمان خوشه دهي تا برداشت تكرار نمائيد. مزارع برنج آپلند را در جوار يكديگر احداث كنيد و براي ترساندن پرندگان از وسايل مرسوم و سنتي بهره گيريد (۳).

مهمترين شيوه هاي كنترل مهره داران مهاجم برنجزارهاي آپلند عبارتند از:
الف- ايجاد حواشي بدون گياه بعرض ۲-۱ متر در اطراف مزارع
ب – پخش طعمه مسموم مبتني بر ذرت ، سورگوم ، ارزن و برنج در محفظه هاي حاصل از بامبو يا ساير محفظه ها در حواشي مزارع
پ – حصاركشي با ساقه هاي بامبو ، صفحات پلي اتيلين و توري هاي فلزي ريزبافت در اطراف مزارع برنج براي ممانعت از هجوم موش ها
ت – استفاده از تله هاي فلزي مرسوم (۴).

۵) پرندگان (birds) :
الف- استفاده از مترسك هاي ايستاده (scarecrow) بطور تصادفي در سطح مزرعه
ب – ترساندن پرندگان بصورت دستي
پ – استفاده از بلندگو جهت پخش صداهاي ضبط شده
ت – بكارگيري شبكه هاي توري در صورت امكان
ث – استفاده از فلاخن (catapult)
ج – جلوگيري از زادوولد پرندگان از طريق قطع درختان مجاور مزارع، بريدن علف هاي هرز بلند و تخريب جايگاه هاي تجمع و زندگي پرندگان (۴).

بیماری های برنج (disease) :

مهمترین راهکارهای کنترل بیماری های شایع برنج از جمله : بلاست ، لکه قهوه ای و بی رنگی دانه ها عبارتند از :
۱) از ارقام برنج متحمل یا مقاوم به بیماری بلاست استفاده شود.
۲) با انجام برخي عملیات بهزراعی می توان سرایت بلاست را محدود ساخت:
۲-۱- مصرف ازت مازاد مقارن با کمبود پتاسیم باعث افزایش بلاست می شود.
۲-۲- مصرف تقسیطی کودهای ازته بجای مصرف یکباره می تواند خسارات بلاست را کاهش دهد.
۲-۳- از بذور پاک و سالم استفاده کنید.
۲-۴- بذور مصرفی را ۲-۱ روز قبل از کاشت با سموم مناسب جهت کنترل پاتوژن های بذرزاد تیمار دهید.
۲-۵- در مواقعی که محیط پذیرای آلودگی به بیماری های برنج است، باید با سم "دیتان ام ۴۵" (منکوزب ۸۰%) بمیزان ۱ کیلوگرم ماده خالص در هکتار یا سم "بنلیت" (بنومیل ۵۰%) بمیزان ۱/۵ کیلوگرم ماده خالص در هکتار به همراه ۵۰۰ لیتر آب جهت کنترل بلاست ، لکه قهوه ای و رنگپریدگی دانه های برنج بهره جوئید. در موارد شدت خسارات و نیاز پس از ۱۵ روز به سمپاشی مجدد مبادرت ورزید (۴).

تناوب برنج با لگوم ها :

برنج را پس از لگوم های دانه ای دو منظوره در تناوب قرار می دهند تا :
الف) از نیتروژن تثبیت شده بهره گیرند.
ب) مواد آلی خاک افزایش یابند.
پ) سلامتی بوته های برنج افزایش پذیرد زیرا بسیاری از لگوم ها قادر به کنترل آفات خاک نظیر نماتدها و علف جادوگر (witch weed) یعنی علف هرز مهاجم "استریگا" (striga hermonthica) هستند که از گیاهان انگلی خانواده گل جالیز (orobanchaceae) محسوب می شود (۴).

سویا گیاهی دو منظوره است که قادر به تثبیت ازت هوا در شالیزارها است بطوریکه قادر به افزودن سالانه حداقل ۲۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار به خاک برای زراعت برنج متعاقب خویش می باشد (۴).

لوبیا چشم بلبلی (cowpea) نیز می تواند از طریق تثبیت ازت و بقایا حدوداً ۲۶ کیلوگرم ازت خالص برای گیاه بعدی برجا گذارد (۴).

برداشت (harvesting) :

در صورتیکه بارندگي کافي حاصل گردد و توصیه هاي بهزراعي مراعات شوند آنگاه عملکرد متوسط ۲-۱/۵ تن برنج آپلند در هکتار بدست خواهد آمد. برداشت را زمانیکه ۸۰ درصد دانه ها به رنگ کاه درآمده اند، انجام مي دهند تا از ریزش دانه ها در حین برداشت جلوگیري گردد (۳).
بنابراین مزرعه برنج زماني آماده برداشت مي باشد که خوشه ها برنگ زرد متمایل به قهوه اي و دانه ها سخت شده باشند. این وضعیت در حدود ۴۵-۳۵ روز پس از آغاز گلدهي یعني تقزیباً یك ماه پس از گلدهي ۵۰ درصد حاصل مي آید. ساقه هاي برنج آپلند را از ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتیمتري خاك توسط داس ارّه (sickle) قطع مي کنند و محصول برداشت شده را در وضعیت ایستاده قرار مي دهند تا قبل از خرمنکوبي بخوبي خشك شود (۴).

خرمنکوبي (threshing) :

خرمنکوبي را جهت کاهش تلفات بلافاصله پس از برداشت محصول برنج صورت مي دهند. براي خرمنکوبي مي توان از "شانه هاي جداکننده" (whacking frame) دانه ها از خوشه ها و یا سایر ادوات مکانیکي بهره گرفت. از خرمنکوبي بر سطح زمین لخت بمنظور جلوگیري از دخول شن و سایر مواد خارجي اجتناب ورزید. با قرار دادن حصیر یا برزنت بر سطح زمین صاف مي توان با ابزارهاي شلاقي، چوب و نورد ضربه اي به خرمنکوبي پرداخت. خرمنکوبي را باید با دقت انجام داد بطوریکه جدا شدن پوسته شلتوك ها از دانه هایشان (dehusk) واقع نگردد. دانه ها ممکن است در اثر فرآیند تبدیل (milling) و "نیم پزي" یا "پاربویلینگ" (parboiling) دچار آلودگي و تغییر رنگ شوند (۳،۴).

بوجاري كردن (winnowing) :

عمل بوجاري شلتوك ها بمنظور جداسازي كاه (chaff) و دانه هاي پوك از دانه هاي بالغ و سالم انجام مي گيرد. بدينوسيله مواد خارجي را از شلتوك ها جدا مي سازند تا از تجمع گرما در ضمن "پاربويلينگ" جلوگيري گردد (۴).

خشك كردن شلتوك (drying) :

شلتوك ها را تا رطوبت ۱۴-۱۳ درصد خشك نمائيد. براي اين منظور مي توان شلتوك ها را بصورت لايه اي نازك به ضخامت ۳-۲ سانتيمتر در سطح آسفالت، حصير يا برزنت پخش نمود و براي ساعاتي ضمن بهمزدن مكرر در برابر تشعشع خورشيد قرار داد. خشك كردن در برابر آفتاب به آرامي صورت مي گيرد و موجب كاهش شكستگي دانه ها در ضمن فرآيند تبديل مي شود. خشك كردن شلتوك در شرايط كاملاً آفتابي مي تواند طي يكروز صورت پذيرد. از پخش كردن شلتوك در حواشي جاده ها و سطوح لخت اجتناب ورزيد زيرا دچار انواع آلودگي هاي منجر به كاهش كيفيت محصول مي گردد و دستگاه هاي تبديل را دچار مشكل مي سازند. خشك كن هاي مكانيكي نيز در صورت امكان بكار مي آيند (۳،۴).

فرآوري شلتوك ها (processing) :

فرآوري شلتوك ها طي عملياتي موسوم به "نيم پزي" يا "پاربويلينگ" (parboiling) صورت مي پذيرد.
مزاياي برنج هاي پاربويل عبارتند از :

۱- قابليت انبارداري بيشتر
۲- افزايش كيفيت پخت
۳- ارزش غذايي بالاتر
۴- اجتناب از عطر و بوي نامطلوب
۵- كاهش درصد دانه هاي شكسته در ضمن فرآيند تبديل (۴).

شلتوك ها را براي مدت ۷-۵ ساعت در آب ۷۰ درجه سانتيگراد (دماي قابل تحمل انگشتان براي حدود ۲ ثانيه) مي خيسانند سپس تمامي شلتوك هاي شناور را خارج مي سازند. شلتوك هاي خيس را درون گوني كنفي مي ريزند و در داخل استوانه يا گردونه اي بحالت معلق تحت بخاردهي براي مدت ۱۶-۱۰ دقيقه قرار مي دهند. زمانيكه پوسته بذور شروع به جدا شدن نمودند، بايد بخاردهي متوقف گردد. دانه هاي گچي يعني دانه هايي كه مغز سفيدرنگ دارند، نشاندهنده عدم كفايت فرآيند "نيم پزي" مي باشند بطوريكه اين وضعيت باعث شكستگي دانه ها در حين فرآيند تبديل شلتوك به برنج سفيد خواهد شد. رسيدن بخار به جوانب شلتوك ها باعث هدايت ويتامين "تيامين" و ديگر عناصر غذايي محلول در آب از پوسته هاي شلتوك (testa و seed coat) به مغز نشاسته اي آنها مي گردد (۳).

انبار کردن شلتوك (storing) :

در مواردی که امکان "پاربویلینگ" شلتوک ها وجود ندارد، توصیه می گردد که بمنظور کاهش تلفات در سریع ترین زمان به بازار مصرف عرضه شوند. شلتوك ها را در شرایط خنك و دور از دسترس جوندگان انبار مي كنند. شلتوک های "پاربویل" و برنج های سفید حاصل از تبدیل را در گونی هایی از جنس های کنف هندی یا "ژوت" (jute) ، "سیسال" (sisal) و یا پلی اتیلین قرار می دهند. "سیسال" الیاف محکمی هستند که از برگ درخت استوایی "agave sisahana" بدست می آید درحالیکه ژوت یا کنف هندی را از گیاه "corchorus sp" حاصل می کنند. گونی های حاوی محصول را در اتاق های محفوظ ، عاري از جوندگان و فاقد چکه هاي سقف بر روی الوارهاي چوب قرار می دهند تا دچار تلفات و ضایعات نگردند. شلتوك هاي آلوده را با سموم تدخيني (fumigate) نظير "فستوكسين" (phostoxin) در داخل محفظه هاي درز گيري شده (air-tight) بمقدار ۱ قرص براي هر گوني كنفي (jute bag) معادل ۱۰۰ كيلوگرم شلتوك و يا ۱۵-۱۰ قرص براي هر تن شلتوك تيمار مي دهند(۳،۴،۷).

شرایط بهینه انبارداری عبارتند از :

۱) رطوبت نسبی ۶۵ درصد
۲) دمای متوسط ۱۵/۵- ۵/۵ درجه سانتیگراد
۳) استفاده از سیستم هوادهی جهت حفظ یکنواخت دما و رطوبت
۴) فقط برنج های کاملاً پاک انبار گردند
۵) انجام بازدیدهای منظم (۴).

برای کنترل آفات انباری به طرق زیر عمل می گردد :

۱) استفاده از فلفل های تند (chilli) خشک می تواند باعث دورشدن آفات گردد.
۲) بکارگیری ارقام متحمل نظیر : NERICA 4 و WAB 56-104
۳) استفاده از ۲ عدد قرص "فستوکسین" (phostoxin®) با ماده مؤثره "فسفید آلومینیم" در پاکت های ۵۰ کیلوئی برنج پوشش نشده زیرا گاز "فسفین" (phosphine) بشدت سمّی است و نباید مستقیماً با دانه های برنج تماس یابد. در زمان جابجایی چنین برنج هایی حتماً از دستکش و ماسک بهره گیرید.
۴) از پودر سیلیکای فعال (خاک دیاتومه غیر کربوکسیله) جهت آبکشیدگی و نهایتاً مرگ آفات در توده انباری استفاده نمائید.
۵) مواد انباری آلوده به آفات انباری را برای ۱۲ ساعت در دماهای پائین ۲۰- تا ۱۲- درجه سانتیگراد و یا در دماهای بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد برای ۴-۳ ساعت نگهداری کنید تا حشرات مزبور نابود گردند.
۶) از محفظه های غیر قابل نفوذ برای نگهداری شلتوک ها و دانه های سفید برنج سود جوئید (۴).

فرآيند تبديل برنج (milling) :

تبديل عبارت از فرآيند حذف پوسته خارجي (hull يا husk) شلتوك از سطح دانه و همچنين برداشتن پوسته داخلي موسوم به آلورون يا سبوس (aleurone يا testa يا bran يا pericarp) از سطح مغز برنج قهوه اي مي باشد. افزايش كارآيي فرآيند تبديل منجر به كاهش درصد دانه هاي شكسته و نتيجتاً افزايش بهاي آنها مي گردد. فرآيند تبديل شلتوك به برنج سفيد توسط ماشين هاي تبديل دو مرحله اي صورت مي پذيرد. همواره فقط به تبديل واريته هاي خالص بصورت همزمان پرداخته مي شود (۳،۴).

مركز برنج آفريقا (WARDA) :

مركز برنج آفريقا يك اتحاديه پژوهش بين المللي است كه اعضاي آنرا كشورهاي آفريقايي تشكيل مي دهند. اين اتحاديه شامل ۱۵ مركز پژوهش كشاورزي است كه تحت حمايت گروه مشاورين بين المللي پژوهش هاي كشاورزي (CGIAR) قرار دارند. مأموريت "واردا" در جهت فقرزدايي و برقراري امنيت غذايي در مناطق نيمه صحرايي آفريقا (SSA) از طريق پژوهش ، توسعه و فعاليت هاي مشاركتي منجر به افزايش توليد برنج و سودآوري بموازات پايداري توليدات و حفظ سلامت محيط زيست است (۴).

"واردا" ميزبان سازمان هاي زير مي باشد :

۱) مبدعان برنج آفريقا (ARI)
۲) شبكه توسعه و پژوهش برنج مناطق مركزي و غربي آفريقا (ROCARIZ)
۳) شبكه بين المللي ارزيابي ژنتيك برنج آفريقا (INGER-Africa)
۴) كنسرسيوم درّه هاي درون سرزميني (IVC)
۵) شبكه تحقيقات برنج مناطق مركزي و شرقي آفريقا با مركزيت كشور تانزانيا (ECARRN)
۶) ايستگاه تحقيقات منطقه اي در كشورهاي سنگال ، سنت لوئيس و بنين
۷) مؤسسه بين المللي كشاورزي گرمسيري واقع در نيجريه (IITA)
۸) مركز تحقيقات برنج ساحل عاج و "كوتونوآ" (۴).

گروه مشاوره بين المللي تحقيقات كشاورزي (CGIAR) :

اين گروه در سال ۱۹۷۱ ميلادي تأسيس گرديد و مبتني بر مشاركت كشورها و ۱۵ سازمان خصوصي مي باشد. گروه مزبور با سيستم هاي تحقيقات كشاورزي ملي كشورهاي مختلف ، جوامع داخلي و بخش هاي خصوصي همكاري مي نمايد تا بدينطريق به افزايش توليدات كشاورزي در جهت امنيت غذايي مردمان كشورهاي فقير ، مديريت منابع طبيعي ، افزايش درآمدها و بهبود سلامتي آنها مساعدت ورزد (۴).

«جدول۸) گروه هاي ۱۵ گانه عضو "CGIAR" (۴):»

علامت اختصاري	نام كامل گروه	مكان
CIAT	مركز بين المللي كشاورزي گرمسيري	كالي (كلمبيا)
CIFOR	مركز بين المللي تحقيقات جنگل	باگار (اندونزي)
CIMMYT	مركز بين المللي تحقيقات ذرت و گندم	مكزيكوسيتي (مكزيك)
CIP	مركز بين المللي تحقيقات سيب زميني	ليما (پرو)
ICARDA	مركز بين المللي تحقيقات كشاورزي مناطق خشك	حلب (سوريه)
ICLARM	مركز جهاني ماهيان	پنانگ (مالزي)
ICRAF	مركز جهاني آگروفورستري	نايروبي (كنيا)
ICRISAT	مؤسسه تحقيقات بين المللي محصولات نيمه خشك گرمسيري	پاتنچرو (هند)
IFPRI	مؤسسه بين المللي تحقيقات خط مشي غذايي	واشنگتن (آمريكا)
IITA	مؤسسه بين المللي كشاورزي گرمسيري	ابادان (نيجريه)
ILRI	مؤسسه بين المللي تحقيقات دام	نايروبي (كنيا)
IPGRI	مؤسسه بين المللي تحقيقات ژنتيك گياهي	رُم (ايتاليا)
IRRI	مؤسسه بين المللي تحقيقات برنج	لاس بوناس (فيليپين)
IWMI	مؤسسه بين المللي مديريت آب	كلمبو (سريلانكا)
WARDA	مركز برنج آفريقا	كوتونو (بنين)

منابع و مآخذ :

1) Florence C.L.Z & et al – 2010 – Genetic diversity analysis of traditional upland rice cultivars in Kihan , Malapatan , Sarangani province , Philippines using Morphometric Markers – Philippine Journal of Science ; 139 (2) : 177-180

2) R.F.U – 2012 – Upland rice production – Regional Field Unit No.10 : Cagayande Oro city

3) Usaid – 2010 – Growing upland rice in Nigeria – United State Agency for International Development ; http://www.usaid.gov

4) WARDA – 2001 – Growing upland rice : a production handbook ; http://warda.org ; Africa Rice Center (WARDA)

5) Wikipedia – 2013 – Upland rice – http://en.wikipedia.org

6) http://www.merriam-webster.com/dictionary

7) http://farsilookup.com

" برنج آب های عمیق و برنج شناور" :
" deep water rice & floating rice "

مقدّمه :

شرایط محیطي گوناگوني در سطح زمین وجود دارند که شرایط متنوّع و اغلب دشواري را براي زیستن ارگانیزم ها فراهم مي سازند بنابراین موجودات زنده براي غلبه بر شرایط موجود به انتخاب شیوه هاي مختلفي در زندگي مي پردازند. گیاهان بر خلاف موجودات زندۀ متحرك از قدرت حرکت در زمان بروز تغییرات محیطي بي بهره اند لذا چاره اي بجز مواجهه با شرایط و ایجاد سازگاري ندارند. گیاهان در صورت برخورد با شرایطي چون : بیابان ها ، شوري ، ارتفاعات و اقالیم گرم یا سرد به انتخاب راهکارهاي خاصي براي مقابله با هر کدام مي پردازند و بدینگونه تنوع یافته و بر شانس بقاء خویش می افزایند (۱).

آب براي زیستن گیاهان ضروري است امّا زیستن در مجاورت رودخانه ها ، دریاچه ها و مرداب ها علاوه بر فوایدي که براي گیاهان و جانوران دارند، در مواقع بروز سیلاب هاي متعاقب باران هاي سیل آسا مي تواند خسارتزا باشد. سیلاب ها از جمله بلاياي طبیعي خطرناکي هستند که از وسعت و عمق متفاوتي برخوردار مي باشند. آنها منجر به کاهش رشد گیاهان و نزول عملکردشان مي گردند. برنج عمدتاً در شرایط فاریاب و آپلند کاشته مي شود و در حالت عادي تحمل غوطه وري طولاني مدت در سیلاب ها را ندارد زیرا در اثر کمبود اکسیژن و اتمام انرژي تلف مي گردد(۱).

موجودات زنده از جمله گیاهان سرشار از ادراك هستند که نسبت به شرایط مطلوب و نامطلوب واکنش نشان مي دهند. تنش هاي آبي نظیر وضعیت آب مازاد (سیلاب ها) و کمبود آب (خشکي) بنحو معني داري موجب بروز محدودیت هایي در رشد و نمو و تولید محصول مي گردند. توانایي طبیعي تحمل شرایط تنش اصولاً بستگي به پتانسیل ژنوم ها و اِعمال مکانیزم هاي سازگاري دارد بنابراین تنوّع ژنتیکي مي تواند بعنوان ماده خام برنامه هاي اصلاح نباتات واقع گردد (۵).

برنج آب های عمیق و برنج شناور در شرایط غرقابی با عمق آب بیش از ۵۰ سانتیمتر و دوام حداقل یک ماه بعمل می آیند. اینگونه برنج ها در صورتیکه بحالت مغروق در آیند، سریعاً به رشد طولی اقدام می کنند آنچنانکه ۲۵-۱۵ سانتیمتر در هر روز مرتفع می گردند و نهایتاً قادرند به ارتفاع ۷-۵ متر برسند. آنها بخوبی می توانند در آب هایی با عمق ۵-۴ متر به بقاء خویش تداوم بخشند. برنج آب های عمیق کمترین میزان انتشار گاز متان را دارد که از جمله گازهای گلخانه ای بشمار می آید بطوریکه 1/3 انتشار متان در قیاس با برنج های غرقابی عادی (paddy rice) را بخود اختصاص می دهد (۶).

روش هاي كاشت برنـج :

بطور كلي دو روش براي كشت برنج بشرح زير وجود دارند :

۱) روش نشاكاري (transplanting) با كمك گياهچه هاي حاصل از خزانه ها :

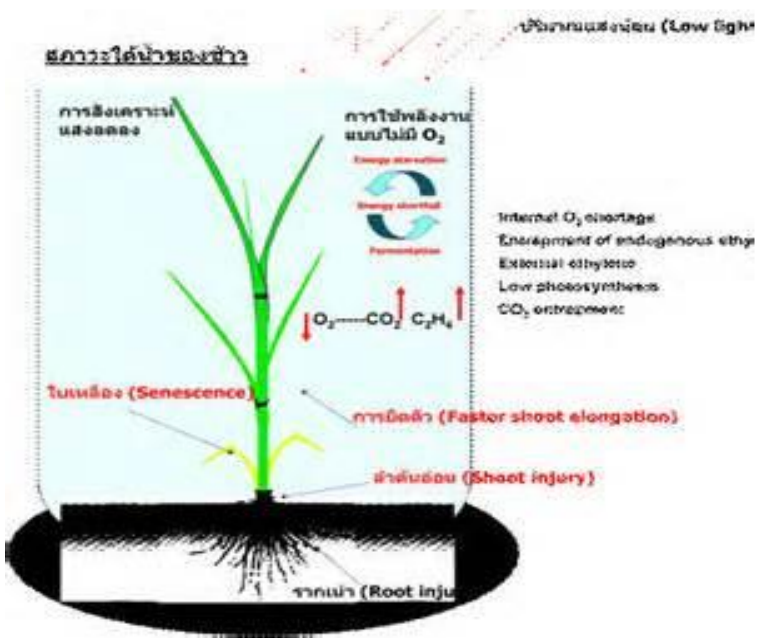
در اين شيوه بطور سنتي از نشاءهايي استفاده مي شود كه به طريق "داپونگ" (dapong) توليد مي گردند. در اين شيوه بستر بذور را بر روي صفحات پلاستيك ، سطوح سيماني و يا برگ هاي موز قرار می دهند تا منطقه رشد عمقي ريشه ها را محدود سازند (۲).

روش نشاكاري به دو شيوه مرسوم است :

الف) بطور تصادفي و نامنظم (random) كه نشاءها بدون فاصله معين بوته ها و رديف ها غرس مي گردند.

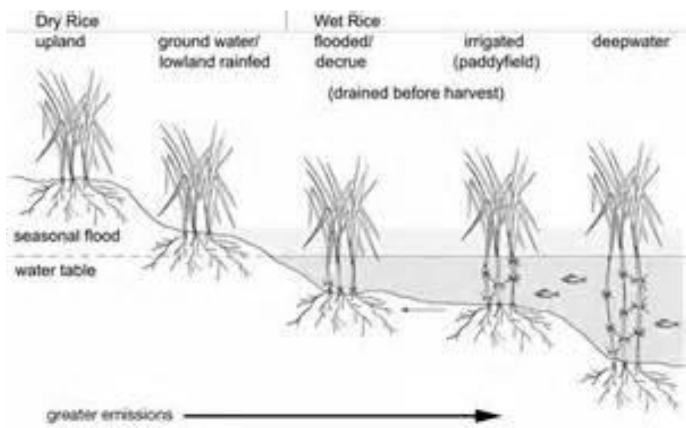
ب) بصورت رديفي و منظم (straight-row) كه نشاءها با فاصله معين بوته ها و رديف ها مستقر مي شوند. در اين روش به علامتگذار ، ريسمان و يا سيم بعنوان راهنماي عمل نياز مي باشد كه آنها را قبل از شروع نشاكاري در زمين تعبيه مي كنند. در شيوه مزبور از دستگاه هاي نشاكار در راستاي مكانيزاسيون شالزار بهره مي برند.

فاصله گذاري بين نشاءها به عواملي نظير : نوع واريته ، سن نشاء ، زمان نشاء ، حاصلخيزي خاك ، كاربرد نهاده ها و برخي ديگر بستگي دارد. فاصله گذاري صحيح مي تواند به ۳۹-۲۵ درصد افزايش عملكرد محصول منتهي شود(۲).

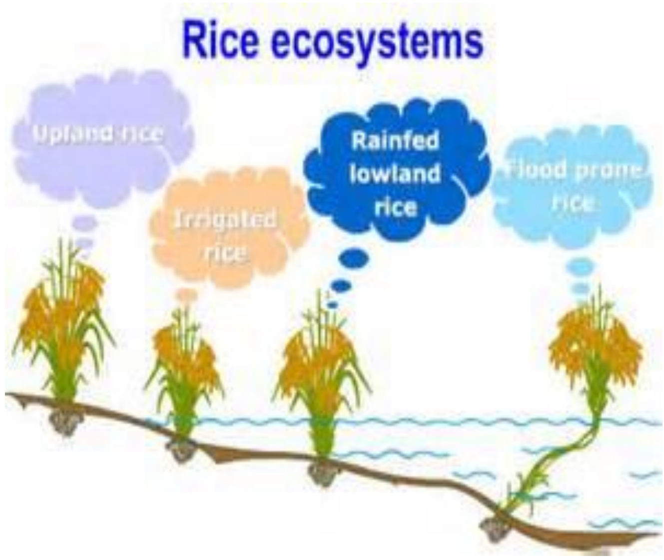


۲) روش كاشت مستقيم بذر در زمين اصلي (direct seeding) :
در اين روش نياز به تهيه خزانه براي توليد نشاء نيست و بذور بطور مستقيم پس از آماده سازي بستر كاشت در زمين اصلي كشت مي گردند. شيوه كشت مستقيم برنج به سه طريقه صورت مي پذيرد :
الف) بذرپاشي (broadcasting) كه به ۱۰۰-۸۰ كيلوگرم بذر در هكتار نياز مي باشد: در اين روش بذور را پس از پاشيدن در سطح مزرعه با هرس دندانه اي در داخل خاك قرار مي دهند. در شيوه مذكور اقدام به جوانه دار كردن بذور قبل از كاشت مي گردد.
ب) بذركاري خطي (drilling) : كه بذور برنج را بصورت خطوطی با فاصله معين می كارند.
پ) استفاده از ميخ نشاء (dibbling) يا كپه كاري (hill planting): اين روش غالباً در اراضي تپه ماهوري اجرا مي گردد (۲).

شيوه كاشت مستقيم بذر داراي دو فائده زير است :
الف) خواهان نيروي كارگري كمتري است زيرا نيازي به آماده سازي بستر و كندن نشاءها از خزانه نمي باشد.
ب) گياهان كشت مستقيم برنج حدوداً ۱۰-۷ روز زودتر از روش نشاكاري به مرحله بلوغ و رسيدگي نائل مي آيند زيرا دچار تنش مرحله انتقال نشاءها از خزانه به زمين اصلي نمي گردند (۲).



روش كشت مستقيم بذور داراي معايب زير هستند :
الف) بذور در معرض خسارت موش ها ، پرندگان و حلزون ها قرار مي گيرند.
ب) به دليل همزماني رشد برنج و علف هاي هرز بر رقابت آنها افزوده مي گردد.
پ) بر ميزان ورس بوته ها افزوده مي شود زيرا سيستم ريشه اي ضعيف تري دارند.
ت) به بذور بيشتري در واحد سطح نياز مي باشد مثلاً ۱۰۰-۸۰ كيلوگرم در كشت مستقيم بذر در قياس با ۶۵-۳۵ كيلوگرم در شيوه نشاكاري (۲).



«جدول۱) مقايسه شيوه DWR با روش هاي مرسوم شاليکاري (۸):»

خصوصيات گياهي	فارياب	مشروب از باران	باتلاق هاي جزر و مدي	DWR
شکل گياه	کوتوله، برگهاي ايستاده، اشکل قائم	متغير	متوسط تا بلند، اشکل قائم، ستبر	متوسط تا بلند، قدرت طويل شدن
ارتفاع گياه (cm)	۱۲۰-۸۰	۱۴۰-۱۲۰	۱۸۰-۱۵۰	۲۰۰-۱۵۰
عمق پايدار آب (cm)	۱۵-۵	۵۰-۱۰	۷۰-۲۰	۱۰۰-۵۰
توانايي طويل شدن	-	-	-	+
حساسيت فتوپريودي	-	+	+	+
طول عمر (روز)	۱۲۰-۱۰۰	۱۳۰-۱۱۰	۱۵۰-۱۲۰	۱۸۰-۱۵۰
تحمل خشکي	ضعيف	خوب	خوب	خيلي خوب
تحمل غوطه وري	ضعيف	خوب	خوب	خوب
وفور ارقام جديد	زياد	کم	کم	کم

تولید برنج در آب های سیلابی تایلند :

تایلند در حدود ۵۰۰ هزار هکتار برنج آب های عمیق در دلتای رودخانه "چائوپرایا" دارد. اغلب این اراضی از آب باران مشروب می گردند بگونه ای که کشاورزان قادر به کنترل سطح آبها نمی باشند. متوسط عملکرد برنج آب های عمیق یا "DWR" (deep water rice) در دشت های مرکزی تایلند حدود ۲/۲ تن در هکتار است که با متوسط عملکرد برنج کشور برابری می نماید.

مهمترین عوامل محدود کننده این عملکرد عبارت از: معضلات خاک ، وقوع خشکی قبل از آغاز دوره های سیلابی ، محدودیت کاربرد کودها ، عمق غیرقابل پیشبینی سیلاب ها و دوره غرقاب هستند. با این وجود بسیاری از کشاورزان تایلندی تمایل زیادی به ادامه کشت برنج آب های عمیق دارند زیرا برنج تنها گیاهی است که قادر به بقاء در دوره های سیلابی است و مشاغل جایگزین برای آن وجود ندارند. پتانسیل تولید محصولات فصل خشک در چنین مناطقی بسیار محدود است زیرا امکانات آبیاری وجود ندارند گواینکه امکان پرورش محصولاتی بجز برنج در خاک هایی با اسیدیته کم در طی دوره ۴-۳ ماههٔ قبل از آغاز سیلاب ها بشرط مقاوم بودن به خشکی و ورس محتمل است(۴).

Floating rice

بسیاری از شالیزارهای آب عمیق به کاشت برنج بطریقه بذرکاری اختصاص یافته اند. در این اراضی زمانی که عمق آب از یک "فاتوم" (fathom) معادل ۱/۸ متر افزایش یافت آنگاه به کاشت برنج آب های عمیق پرداخته می شود. کاشت DWR در تایلند طی سال های اخیر از ۸۰۰ هزار هکتار به ۵۰۰ هزار هکتار کاهش داشته است که به سبب تغییر الگوی سیلاب ها در اثر ساختن جاده ها ، احداث سدهای خاکی و ایجاد مزارع پرورش ماهی و میگو و همچنین تخصیص اراضیمزبور برای موارد زیر است :

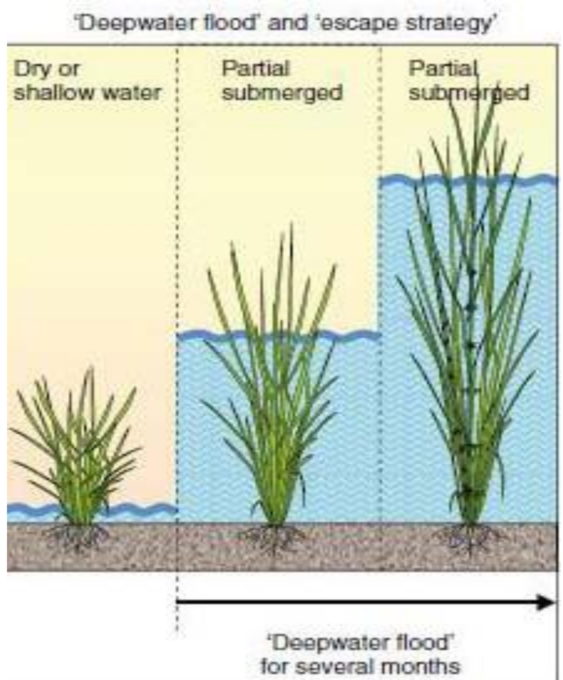
الف) مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI)

ب) مؤسسه تحقیقات برنج تایلند (DOAC)

ت) گسترش صنایع

ث) افزایش شهرنشینی
ج) زمین خواری (speculation) (۴).

برنج آب های عمیق هر ساله به تولید حدود یک میلیون تن برنج در اراضی پَست سیل گیر نائل می گردند. سیلاب ها معمولاً در آخرین مراحل رشد گیاه رُخ می دهند و می توانند تا چند ماه دوام یابند. شرط اینکه سیلاب ها حداقل به مدت یک ماه دوام یابند، وجه تمایز مناطق تحت کشت برنج آب های عمیق در قیاس با مناطق تحت سیلاب های زود گذر (flood-prone) است. این ها شامل مناطق ساحلی آبگیر است که آب ناشی از سیلاب ها و یا متأثر از جزر و مد دریا ممکن است به بیش از ۵۰ سانتیمتر افزایش یابد و بوته های برنج موقتاً برای چند روز مغروق گردند. برنج آب های عمیق در وضعیت مغروق یا غوطه ور با افزایش ارتفاع ساقه ها بقاء می یابند درحالیکه سایر ارقام برنج به دلیل عدم برخورداری از چنین خاصیتی در اثر مغروق شدن از بین می روند. برنج شناور می تواند در آب هایی به عمق ۴ متر و بیش از آن بقاء یافته و تولید محصول دانه ای نماید (۴).



برنج های شناور را در قاره آسیا از ۳ درجه عرض جنوبی در اندونزی تا ۲۷ درجه عرض شمالی در آسام و "اوتارپرادش" هندوستان کشت می کنند. در حدود ۹ درصد از ۱۱ میلیون هکتار اراضی حوزه رودخانه "چائوپرایا" در تایلند تحت کشت برنج های شناور قرار دارند. کشاورزانی که به پرورش برنج های شناور اشتغال دارند، از مهارت های لازم برای گذران معاش در شرایط محیطی پُر تنش برخوردارند. بازدهی (productivity) زمین و کارگر مناطق مزبور در سطح نازلی است زیرا کشاورزی با شدت و تراکم کم اجرا می گردد و رشد کشاورزی به دلیل فعالیت کشاورزان بدون زمین از پیوستگی عاری است. برنج تنها محصول

غذایی است که قادر به تحمل سیلاب های عمیق در ضمن فصول مرطوب است گواینکه در برخی فصول بکلی برداشت نمی گردد. دوره خشکی غالباً بسیار کوتاه است و یا آب کافی برای تولید محصولات غذایی موجود نیست (۴).

کشاورزان در زمان معین به فواید اندکی از انقلاب سبز (green revolution) دست یافتند زیرا واریته های گیاهی پُر محصول از محدودیت هایی در تولید و توزیع برخوردار بودند. تولید مواد غذایی و در نتیجه درآمد خانوارها در برخی مناطق مساعد از طریق کاشت مخلوط ، کاشت محصول در دوره قبل از سیلاب و همچنین پرورش آبزیان در دوره سیلاب بخوبی افزایش یافت. بعنوان مثال : در بنگلادش و شمال شرقی هند با سرمایه گذاری در احداث چاه های لوله ای کم عمق و پمپ های کم قدرت به اجرای محصولات جانشین پرداخته اند بطوریکه پرورش برنج آب های عمیق (DWR) را با پرورش برنج فاریاب در طی فصول خشک جایگزین نموده اند. همچنین در بسیاری از اراضی دلتای "مکونگ" ویتنام توانسته اند ۳-۲ دفعه برنج فاریاب در سال را جایگزین یک دفعه برنج DWR نمایند. در برخی مناطق دلتای "چائوپرایا" نیز به کاشت محصولات کشاورزی از جمله برنج فاریاب در دوره های کوتاه قبل و بعد از سیلاب بجای DWR می پردازند(۴).

شور و آلوده شدن آب های آشامیدنی انسان ها و حیوانات از معضلات عمده ای هستند که با گذر از عملیات سنتی زراعت برنج عاید گردیده اند. تبدیل شالیزارهای پست و کم ارتفاع به تالاب های لب شور (brackish) پرورش میگو بدون شک باعث افزایش بازدهی منابع و در نتیجه افزایش درآمد کشاورزان در بسیاری از کشورهای آسیایی شده است امّا موجب مشکلات محیطی و معضلات اجتماعی نیز بوده اند. بعلاوه بازدهی اراضی آب عمیق از طریق واریته های اصلاح شدۀ DWR ، عملیات مدیریت منابع و بکارگیری زراعت های جایگزین مناسب برای چنین اکوسیستم هایی افزایش یافته اند. واریته هایی با عملکرد بالا و برخوردار از ظرفیت سنتی طویل شدن ساقه ها در شرایط آب های عمیق می تواند مؤثرتر واقع شوند (۴).

سکونتگاه و محیط تولید :

برنج آب های عمیق از عمده مواد غذایی است که در سطح ۹۰ هزار کیلومتر مربع از شالیزارهای جهان بعمل می آید. اصلی ترین مناطق کاشت این نوع برنج در نواحی جنوب و جنوب شرقی آسیا می باشد که بیش از ۱۰۰ میلیون ساکنانش برای امرار معاش به آن متکی هستند. عمده ترین مناطق کشت DWR آسیا در حوزه رودخانه های "گنگ" و "براهماپوترا" در کشورهای هند و بنگلادش واقع هستند. رودخانه "گنگ" در شبه قاره هند جریان دارد و رودخانه "براهماپوترا" از کوه های هیمالیا سرچشمه می گیرد و از منطقه تبت وارد هند می شود (۶).

برنج آب های عمیق در اقالیم گرمسیری موسمی یا مونسون (monsoon) و عمدتاً در بخش های زیر کاشته بعمل می آید :

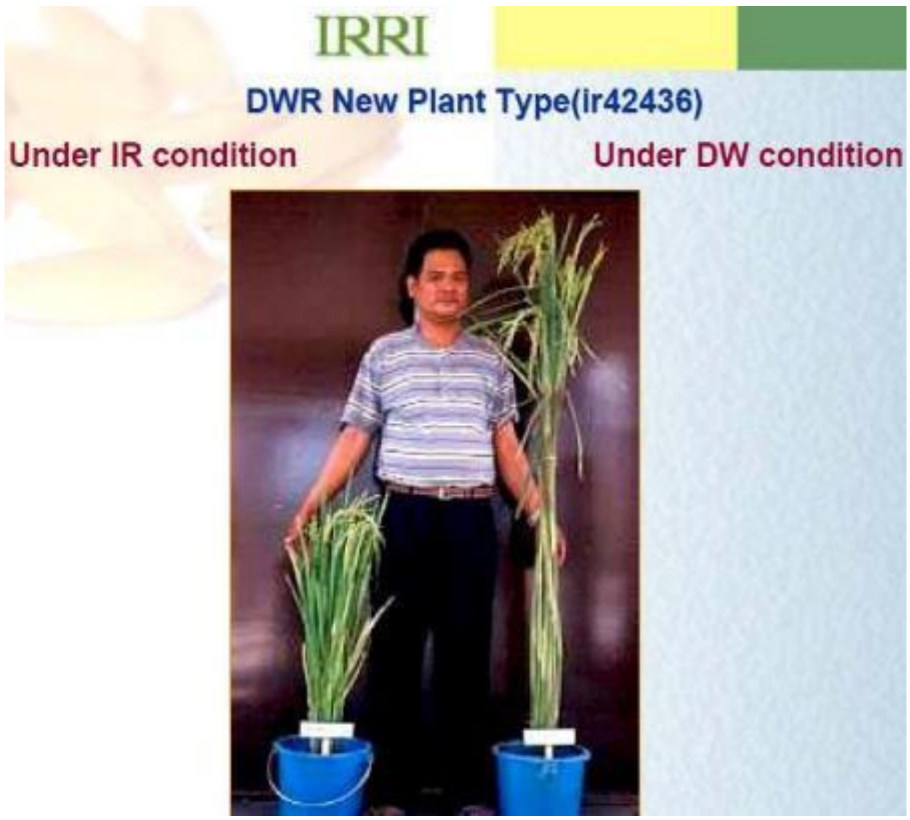
الف) مصب رودخانه ها (river deltas)

ب) دشت های سیل گیر (floodplains) نظیر :

۱ب- حواشی باتلاق ها (backswamp)

۲ب- کناره رودخانه ها (levees)

طبیعت سیلاب ها برای موفقیت در پرورش برنج آب های عمیق حائز اهمیت است زیرا زمان و مقدار بالا آمدن آب بر تراکم و بقاء محصول مؤثر می باشند. عموماً آب های سیلابی در اثر نزولات آسمانی و بالا آمدن سفره آب های زیرزمینی حاصل می گردند. بعلاوه سرریز شدن رودخانه ها در مناطقی با بارندگی کم می تواند شرایط را برای کشت برنج مهیّا سازد (۶).



مهمترین مناطق پرورش برنج آب های عمیق در جنوب شرقی آسیا عبارتند از :

الف) برمه یا میانمار در ناحیه دلتای "ایراوادی"

ب) تایلند در اطراف رودخانه "چائوپرایا"

پ) ویتنام و کامبوج در اطراف رودخانه "مکونگ"

ت) هند و بنگلادش در اطراف رودخانه های "گنگ" و "براهماپوترا"

ث) غرب آفریقا در اطراف رودخانه "نیجر"

در کشورهای مذکور بطور تقریبی بیش از ۲۵ درصد شالیزارها برای پرورش برنج آب های عمیق اختصاص یافته اند. پرورش برنج آب های عمیق بمیزان کمتر از آسیا در قاره آفریقا انجام می پذیرد و میزان آنرا تقریباً ۴۷۰۰ کیلومتر مربع می دانند که عمدتاً در حوزه رودخانه نیجر قرار دارند. برخی از مناطق اکوادور در آمریکای جنوبی نیز به کاشت برنج آب های عمیق اختصاص دارند (۶).

آب رودخانه مهمترین منبع سیلاب در حوزه پست رودخانه "چائوپرایا" در تایلند است بطوریکه اجازه انباشته شدن آب های مازاد در کناره های رودخانه را فراهم می سازد. رودخانه "چائوپرایا" از کوه های شمال تایلند سرچشمه می گیرد. دلتای این رودخانه بخشی از خلیج تایلند را تشکیل می دهد که با رسوبات حاصل از بلندی های شمالی انباشته شده است. دشت آبگیر (floodplain) از تعداد زیادی کانال و آبراهه منتهی به دریا تشکیل می یابد. باران های موسمی که بر منطقه آبخیز می بارند با ورود به رودخانه باعث سیلاب می شوند. با رسیدن سیلاب ها به منطقه هموار از سرعت جریان کاسته می شود لذا آب مازاد و گل آلود از دیواره های رودخانه سرریز نموده و اراضی سیلابی را بوجود می آورد. شبکه کانال های متصل به رودخانه به پخش آب کمک می نمایند. اراضی دلتا در اطراف بانکوک بندرت بیش از ۲ متر از سطح دریا ارتفاع دارند لذا سیلابی شدن رودخانه در اثر باران های شدید موجب آبگیری بسیاری از اراضی اطراف می گردد. زهکشی اراضی آبگیر در اثر جزر و مدهای روزانه محدود می گردند لذا غالباً سبب بازگشت آب سیلابی به منطقه "اوتایا" می شود. کانال ها و آب بندان ها ابتدا به کنترل سیلاب مبادرت می ورزند سپس به حفظ آب ها در پایان فصل مرطوب می پردازند امّا سیستم فوق از عهده کنترل سیلاب های بسیار بزرگ بر نمی آید. سیلاب های بزرگ بطور معمول یکبار در هر ۳ سال وقوع می یابند و ضمن آن ارتفاع آب های خروشان به ناگهان ۱۰۰-۵۰ سانتیمتر افزایش می پذیرند. سیلاب ها از ژوئن تا آگوست آغاز می شوند و در اکتبر تا نوامبر به حداکثر می رسند سپس در دسامبر تا اوایل ژانویه شروع به عقب نشینی می کنند (۴).

اغلب اراضی DWR به مدت ۳-۱ ماه قبل از اینکه توسط سیلاب ها به حالت غرقابی در آیند ، در شرایط خشکی قرار می گیرند امّا بناگهان در معرض سیلاب های شدید واقع می گردند آنچنانکه در اثر باران های شدید سال ۱۹۹۰ میلادی بر میزان سطح آب دشت مرکزی در طی ۳ روز به میزان ۱۲۰-۷۰ سانتیمتر

افزوده شد و تمامی محصولات DWR نابود گردیدند. اراضی تحت DWR را از جنبه های زیر دسته بندی می کنند تا نوع گیاه DWR را انتخاب نمایند:

۱) زمان وقوع سیلاب ها

۲) مقدار بالا آمدن سطح آب

۳) متوسط ماکزیمم عمق سیلاب

۴) زمان پس رفت سیلاب (۴).

زمان شروع سیلاب ها در سال های مختلف متفاوتند. ثبت سیلاب ها در کشورهای تایلند و بنگلادش وثوق بیشتری دارند. شروع سیلاب ها در تایلند حدوداً ۱۲۰-۵۰ روز پس از کاشت بذور برنج بروش مستقیم (direct sown) صورت می پذیرند درحالیکه در بنگلادش حدوداً ۶۰-۲۰ روز بعد از کاشت بذور برنج وقوع می یابند. سیلاب ها در تایلند معمولاً به میزان ۳-۲ سانتیمتر در روز ارتفاع می یابند درحالیکه میزان افزایش روزانه ارتفاع سیلاب ها در بنگلادش بیش از ۱۰ سانتیمتر است. غالباً سریع ترین افزایش ارتفاع آب در اوایل فصل رشد وقوع می یابد که گیاهان بیشترین میزان آسیب پذیری را دارند. زمان پس رفت سیلاب ها در پایان فصل رشد بسیار منظم تر از زمان ورود سیلاب ها به مزارع هستند و زمان مطلوب بلوغ محصول را تعیین می کنند (۴).

محصول DWR غالباً پس از خروج سیلاب ها از مزارع برداشت می شوند امّا در مواقعی که تخلیه سیلاب ها با تأنی صورت می پذیرند ، اقدام به برداشت محصول با قایق های کوچک می نمایند. کشاورزان از ارقام مختلف DWR بهره می گیرند زیرا عمق آب می تواند در فواصل نزدیک بویژه در اراضی تورفتگی و بشقابی شکل تحت تأثیر توپوگرافی تغییر یابد. برخی از مزارع ممکن است در اثر سیلاب های ناشی از باران های سیل آسا و یا سرریز شدن رودخانه ها موقتاً مغروق شوند امّا پس از چند روز با نشست یا پَسروی سیلاب ها

مواجه گردند. بسیاری از واریته های برنج فقط به مدت ۴-۳ روز قادر به بقاء به حالت غوطه وری (submergence) هستند امّا برخی دیگر از آنها می توانند تا ۱۰ روز و گاهاً بیشتر پایداری نمایند. برخی واریته های برنج قادر به بقاء در هر دو شرایط سیلاب های تند (flash flood) و سیلاب های کُند (stagnant) با عمق بیش از ۸۰ سانتیمتر در اواخر فصل هستند که از آن جمله می توان به واریته های "Khao Tah Haeng 17" و "Leuang Pratew 123" اشاره نمود. این واریته ها اگر چه در اراضی پَست (low-lying) کاشته می شوند امّا توانایی طویل شدن را ندارند (۴).

مهمترین ویژگی های چنین گیاهانی عبارتند از :

۱) ارتفاع ۱۸۰-۱۵۰ سانتیمتر برای بقاء در آب هایی به عمق ۸۰ سانتیمتر

۲) عدم حساسیت به فتوپریود برای انعطاف پذیری زمان کاشت

۳) تحمل خشکی

۴) تحمل غوطه وری

۵) تحمل تنش های خاکی (۴).

اگرچه طویل شدن بوته ها برای مواقع دوام سیلاب ها در مزرعه ضرورت دارد امّا این ویژگی برای مواردی که برخوردار از دوره های کوتاه سیلابی هستند ، زیان آور است زیرا زمانیکه گیاه در واکنش به سیلاب های سریع به افزایش ارتفاع مبادرت ورزد آنگاه بلافاصله پس از نشست سیلاب دچار خوابیدگی یا "ورس" (lodge) می شود که نتیجه ای بجز کاهش عملکرد به همراه ندارد. اولین سیلاب های حاصل از رودخانه ها غالباً گل آلود هستند و سیلت موجود را در نزدیکی کانال اصلی رسوب می دهند. مقدار رسوباتی که که به مزارع DWR وارد می شوند، برخلاف باور عمومی چندان زیاد نیستند و اصولاً نمی توانند بر حاصلخیزی شالیزار بیفزایند. سیلاب های ناشی از باران معمولاً زلال هستند لذا خسارت کمتری نسبت به سیلاب های گل آلود و حاوی سیلت وارد می سازند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سیلاب ها از اهمیت بسزایی در رشد و تغذیه بوته های برنج برخوردارند. هنگامی که اکسیژن ، دی اکسید کربن و PH در طی دوره رشد بررسی شدند آنگاه بیشترین غلظت دی اکسید کربن در عصرگاهان و کمترین غلظت طی صبحگاهان در محیط آبی حاصل گردیدند (۴).

عمق سيلاب هاي هر منطقه به عوامل زير بستگي دارد :
الف) مقدار بارندگي
ب) شكل ژئولوژيك زمين
پ) فاصله از منبع سيلاب (۱).

بر اين اساس سيلاب ها را به دو دسته تقسيم مي نمايند :
الف) سيلاب هاي كم دوام و كم عمق موسوم به سيلاب هاي زودگذر (flash flood)
ب) سيلاب هاي ديرپا و عميق موسوم به سيلاب هاي عميق (deepwater flood) (۱).

بررسي هاي اخير نشان مي دهند كه برنج ها براي هر يك از شرايط مذكور بطريق خاصي تكامل و تطابق يافته اند كه عبارتند از :
۱) تحمل سيلاب هاي زودگذر يا تحمل غوطه وري (submergence tolerance) :
در اين شيوه براي ۱۴-۱۰ روز مي توانند در شرايط غوطه وري بقاء يابند و به ادامه رشد پس از فرونشستن سيلاب بپردازند.اين شرايط معمولاً در اراضي پائين دست نواحي جنوب و جنوب شرقي آسيا پس از باران هاي شديد رُخ مي دهند و عمق آب به ۱۰۰-۵۰ سانتيمتر مي رسد كه منجر به كاهش عملكرد دانه مي گردد. ژنتيك تحمل غرقاب هاي سريع در سال هاي ۱۹۸۰ ميلادي مطالعه گرديده و مشخص شد كه چندين ژن در كنترل اين خصيصه نقش دارند كه بطور نسبي تا كامل در وضعيت غالبيت قرار دارند (۱).
۲) فرار از سيلاب هاي عميق :
برخي برنج آب هاي عميق را در اطراف حوزه رودخانه ها و دلتاهاي نواحي جنوب و جنوب شرقي آسيا (مكونگ ، گنگ ، براهماپوترا) ، غرب آفريقا (دلتاي نيجر) و آمريكاي جنوبي (آمازون) كشت مي كنند كه در

معرض سيلاب هاي شديد فصول باراني قرار مي گيرند و سطح آب تا چند متر بالا مي آيد و گاهاً تا چندين ماه به همان وضعيت باقي مي مانند كه بستگي به مقدار و دوام بارندگي ها دارد. در اين شرايط فقط تعداد اندكي از گياهان قادر به بقاء هستند كه از جمله آنها مي توان به برنج هاي شناور اشاره داشت زيرا با افزايش طول ميانگره ها به ارتفاع خويش مي افزايند بگونه اي كه بخش انتهايي برگ ها و ساقه ها را به سطح آب مي رسانند تا قادر به تداوم فتوسنتز باشند (۱).

خاک ، بارندگی ، دما :

خاک DWR از انواع رسوبی یا آبرفتی (alluvial) است و محدودهٔ لوم- شنی تا رس سنگین را دربر می گیرد. رسوب سنگین سیلت معمولاً در مجاورت رودها وقوع می یابد. بسیاری از خاک های DWR حاصلخیز می باشند امّا متقابلاً خاک های سولفاته اسیدی نیز وجود دارند. PH چنین خاک هایی در محدودهٔ ۸/۵-۳/۵ هستند ولیکن حالت اسیدی غالبیت بیشتری دارد . خاک های سولفاته اسیدی از مهمترین مشکلات نواحی جنوب شرقی دشت های مرکزی تایلند است (۴).

میانگین سالانه بارندگی در نواحی زیر کشت DWR تایلند حدوداً به میزان ۱۲۰۰ میلیمتر در نواحی غربی دلتا تا ۱۷۰۰ میلیمتر در نواحی شرقی آن نوسان دارد. حدوداً ۶۰ درصد بارندگی ها در طی دوره های سیلابی وقوع می یابند و ضمن آنها حدوداً یک متر بر سطح عادی آب رودخانه ها افزوده می گردد. برنج های DWR در تایلند طی آوریل تا مه یعنی ۴-۲ ماه قبل از آغاز سیلاب ها کاشته می شوند لذا گیاهان جوان برنج اغلب در معرض تنش های خشکی قرار می گیرند. خشکسالی شدید در نواحی شمالی دلتا طی سال ۱۹۹۳ میلادی به محصول برنج خسارت زد. این نواحی در سال های ۵-۱۹۹۴ میلادی نیز دچار بلایای مشابهی شدند. متحمل بودن به خشکی از ویژگی های ضروری DWR است. خوشبختانه از برخی واریته های برنج تایلندی می توان بعنوان منابع مقاومت به خشکی جهت اصلاح سایر واریته های برنج بهره گرفت (۴).

دماهای روزانۀ هوا کمتر از ۲۲ درجه سانتیگراد می تواند سبب عقیمی بوته های برنج گردد امّا دوره های خنک ضمن مراحل گلدهی برنج در تایلند به ندرت وقوع می یابند. درجه حرارت از اکتبر تا دسامبر عموماً برای شکل گیری پانیکول ها و گلدهی مناسبند. دمای آب نزدیک سطح آن از جولای تا اکتبر در محدودۀ ۳۵-۲۹ درجه سانتیگراد است ولیکن دمای آب در نزدیکی سطح خاک در آب های عمیق اندکی کمتر می باشد. دمای آب به کمتر از ۲۸ درجه سانتیگراد در نوامبر و به کمتر از ۲۵ درجه سانتیگراد در دسامبر نزول می یابد (۴).

عملیات کاشت DWR :

زمانیکه بذور را مستقیماً در زمین می کارند آنگاه بذور جوانه زده و گیاهان جوان ممکن است قبل از ورود سیلاب در اثر خشکی آسیب ببینند. گیاهک های جوان در این مرحله در معرض آسیب های ناشی از رقابت علف های هرز قرار دارند. وقوع سیلاب های ناگهانی وهمچنین با حجم زیاد می توانند با ورود به مزارع برنج باعث نابودی بسیاری از بوته های جوان گردند. برنج آب های عمیق با معضلات عمده ای از نظر عمق و زمان حضور آب روبرو می باشند. آب ها از برخی جهات نظیر آب های گردابی و دمای غیرعادی می توانند بر راندمان محصول تأثیرات نامناسب برجا بگذارند. برخی حوادث طبیعی نیز می توانند باعث خسارات و حتی نابودی برنج آب های عمیق گردند. گردبادهای گرمسیری در بسیاری از مواقع باعث بروز دشواری هایی در قاره آسیا می شوند. بعنوان مثال گردباد نرگس (Nargis) در سال ۲۰۰۸ میلادی به بیش از ۱۲۲۷۸۲ هکتار از برنج آب های عمیق در کشور برمه خسارت زد.

بالا آمدن سطح آب دریا در اثر وقوع تغییرات اقلیمی می تواند بر الگوی پیشبینی شدۀ سیلاب ها تأثیر بگذارد آنچنانکه بر عمق سیلاب ها بیفزاید ، اراضی بیشتری را به زیر آب ببرد و مزارع ساحلی را کاملاً از گیاهان عاری سازد (۶).

سمیّت عناصر معدنی :

سمیّت عناصر معدنی می تواند در خاک های : شور ، سدیمی ، سولفاتهٔ اسیدی ، پیت و اراضی خشک وقوع یابد. آنها بندرت در حالت مجزا (ایزوله) رُخ می دهند. برخی از معضلات مسمومیت عناصر معدنی که منجر به محدودیت رشد و عملکرد می شوند شامل : آهن ، منگنز ، آلومینیم ، بُر و سولفات هیدروژن می باشند. سمیّت آلومینیم در اغلب خاک های سولفاته اسیدی در مراحل آغازین سیلاب وقوع می یابد. سمیّت مواد معدنی ممکن است در صورت احیاء (reduction) خاک و افزایش اندک PH پس از مغروق شدن خاک های سولفاتهٔ اسیدی همچنان پابرجا بماند. زمانیکه PH خاک کمتر از ۴ و مقدار آلومینیم در محلول خاک ۱ پی پی ام باشد، نشانهٔ سطوح مسمومیّت آلومینیم است (۴).

انواع برنج آب های عمیق :

برنج آب های عمیق (deepwater rice) یکی از واریته های برنج (oryza sativa) است که در شرایط سیلابی با عمق آب بیش از ۵۰ سانتیمتر و دوام بیش از یک ماه رشد می یابد. بیش از ۱۰۰ میلیون نفر از مردمان نواحی جنوب و جنوب شرقی آسیا بر برنج های حاصل از آب های عمیق برای معاش متکی هستند.

انواع برنج آب های عمیق عبارتند از :

الف) واریته های برنج که در آب هایی به عمق ۱۰۰-۵۰ سانتیمتر رشد می یابند. آنها با شیوه ای آرام یعنی ۲-۳ سانتیمتر در روز طویل می شوند که برنج های سنتی قد بلند (traditional tall) در این زمره قرار دارند. برنج های سنتی قد بلند واریته هایی هستند که در آب های عمیق با ژرفای ۱۰۰-۵۰ سانتیمتر پرورش می یابند. آنها دارای ارتفاع بلندتر و برگ های درازتری نسبت به برنج های استاندارد هستند. واریته های این گروه دارای پتانسیل افزایش عملکرد بیشتری می باشند (۴،۶).

ب) واریته های برنج که در آب هایی به عمق بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر رشد می کنند. آنها به شیوه سریع یعنی ۳۰-۱۵ سانتیمتر در روز طویل می گردند. این ارقام موسوم به برنج های شناور (floating rice) هستند. برنج های شناور در آب های عمیق تر از ۱۰۰ سانتیمتر رشد می کنند زیرا توانایی افزایش ارتفاع بر اساس شرایط غوطه وری را دارند. بدینطریق زمانیکه مزرعه در معرض سیلاب قرار می گیرد آنگاه میانگره های ساقه برنج طویل می گردند و به گیاه اجازه می دهند تا بخش فوقانی ساقه ها و برگ هایش را به بالاتر از سطح آب برساند (۴،۶).

برنج های شناور را در اراضی خشک می کارند تا بصورت بوته های جوان استقرار یابند. سیلابی شدن منطقه باعث تحریک توانایی گیاه در افزایش ارتفاع می گردد. بدینگونه زمانیکه گیاه به حالت مغروق در می آید، سریعاً به افزودن طول میانگره ها می پردازد تا نهایتاً بخش های انتهایی ساقه ها و برگ هایش را به سطح آب برساند. ساقه های برنج توخالی هستند و این موضوع اجازه تبادلات گازی بین گیاه و اتمسفر را فراهم می سازد. زمانیکه سیلاب ها بناگهان فروکش نماید آنگاه بوته های برنج بر سطح خاک خواهند افتاد. در چنین مواقعی گره های فوقانی گیاه شروع به رشد مجدد به سمت بالا می نمایند زیرا بوته های برنج نسبت به نیروی جاذبه زمین حساس هستند و برخلاف مسیر آن رشد می کنند (۶).

طویل شدن ساقه برنج با مغروق شدن تحریک می شود زیرا مکانیزم آن به تولید گاز اتیلین وابسته است. اتیلین بطور طبیعی توسط گیاهان تولید می شود و در اتمسفر پخش می گردد امّا زمانیکه برنج های شناور در آب مغروق می گردند آنگاه این روند مختل می شود بطوریکه گاز تولیدی با سرعت بسیار کم به داخل آب رسوخ می یابد لذا این موضوع باعث افزایش میزان حضور اتیلین در داخل پیکره گیاه می شود و نهایتاً موجب تحریک گیاه برای تولید هورمون جیبرلین می گردد که سبب رشد سریع بوته خواهد شد. زمانیکه بخش های انتهایی گیاه به بالاتر از سطح آب رسید آنگاه خروج گاز اتیلین بحالت عادی بر می گردد و رشد سریع متوقف می شود (۶).

ارقام برنج هندی موسوم به "ایندیکا" (Indica) اصلی ترین انواع برنج آب های عمیق را تشکیل می دهند. اگرچه واریته هایی از ارقام برنج ژاپنی موسوم به "ژاپونیکا" (Japonica) نیز بعنوان برنج آب های عمیق در کشورهای برمه (میانمار) ، بنگلادش و هندوستان مشاهده شده اند. پژوهش ها برای افزایش توانایی برنج های شناور برای افزایش ارتفاع در آب های عمیق تر ادامه دارند تا برنج های مغروق بتوانند در سیلاب های ژرف تر نیز بقاء یابند و به محصول منتهی گردند (۶).

ویژگی برنج آب های عمیق :

برنج آب های عمیق و برنج شناور دارای ۳ سازگاری خاص بشرح زیر هستند :

۱) طویل شدن ساقه ها و برگ ها (elongation) که با رشدیافتن به سطح آب می رسند.

۲) زانوزنی (kneeing) که بخش های انتهایی گیاه پس از خوابیدن بر روی زمین به سمت بالا خمیده می شوند. زانوزنی موجب محافظت از بخش های زایشی در سطح آب پس از فروکش نمودن سیلاب می شود.

۳) توانایی "توسعه گره ای" (develop nodal) که از بالاترین گره های سطح آب به تولید پنجه و ریشه مبادرت می ورزند.

دو ویژگی ۲و۱ در برنج های شناور تایلندی زیر وجود دارند :

"Leb Mue 111" ، "Pin Gaew 56" ، "Plai Ngahm" ، "Khao Luang" و "Tewada".

پنجه های گره ای که در ضمن دورهٔ سیلاب ظاهر می شوند، می تواند مزارع تنک را ترمیم نمایند (۴).

طویل شدن ساقه و برگ :

طویل شدن توانایی بکارگیری مکانیزم گریز به منظور فرار از حالت غوطه وری کامل یا ناقص است. طویل شدن کل گیاه شامل :

الف) افزایش طول پهنک و غلاف برگ ها

ب) افزایش طول ساقه ها

طویل شدن ساقه ها و برگ ها در شروع سیلاب ها به ۲۵-۲۰ سانتیمتر در روز می رسد. ساقه ها به تولید گره ها ، میانگره ها و برگ های جدید اقدام می کنند. طویل شدن غلاف و پهنک برگ های برنج در بقاء بوته ها اهمیّت دارند امّا بیشترین نقش در بقاء گیاه در شرایط آب های بسیار عمیق بر عهده طویل شدن میانگره ها است (۴).

طویل شدن میانگره ها از سن ۶-۴ هفتگی گیاه در شرایط بالاآمدن آب در بیش از ۱۰۰ لینه از DWR وقوع می یابد. طویل شدن گیاه در صورت مواجهه با شکل گیری پانیکول متأثر از ۵-۴ میانگره انتهایی است و عمق آب اثربخش نیست. طویل شدن گیاه پس از گلدهی کاملاً متوقف می گردد. ویژگی طویل شدن و شناوری در برنج های زراعی آسیایی منبعث از گیاهان زیر هستند :

۱) برنج چندسالهٔ وحشی با نام علمی "Oryza rufipogon"

۲) برنج حدواسط یکساله-چندساله خاص مناطق پست و باتلاقی

برنج های شناور منطقه جنوب آسیا نظیر : "Jalmagna" از هند ، "Baisbish" و "Rayada 16-3" از بنگلادش بسیار سریعتر از برنج های تایلندی نظیر : "Leb Mue Nahng 111" ، "Pin Gaew 56" و "Plai Ngham" طویل می گردند. از اینرو بنحو بهتری می توانند خود را با شرایط بالا آمدن سطح آب سازگار سازند (۴).

طول ساقه هایی که دارای میانگره های بیشتری هستند، معمولاً بنحو قابل ملاحظه ای بیشتر از عمق آب است. اینگونه گیاهان در اثر وزش باد از حالت عمودی خارج می شوند لذا بخش های بیشتری از ساقه ها در زیر آب قرار می گیرند و بدینطریق به طویل شدن بیشتر تحریک می گردند. میانگره های طویل نشاندهندهٔ بالا آمدن سریع سطح آب است. بوته هایی که دارای ۱۹ میانگره هستند، در مقایسه با انواع دارای ۱۴ میانگره حدوداً ۳۰-۵ سانتیمتر در مواجهه با آب های عمیق تر طویل تر می گردند. طویل ترین میانگره ها معمولاً میانگره های شماره ۵-۲ از سطح خاک هستند زیرا مواجه با سریعترین وضعیت بالا آمدن سطح آب می باشند. گره های جدید در فواصل زمانی ۱۲-۱۰ روز تولید می گردند لذا فقط آخرین میانگره ها طویل می گردند. بالا آمدن آب پس از یک دوره ثبات موجب طویل شدن میانگره های ۱۴-۱۱ به میزان بیشتری نسبت به میانگره های ۱۰-۶ می گردد. برخی از دانشمندان معتقدند که طویل شدن میانگره ها ناشی از افزایش تعداد سلول ها است درحالیکه برخی دیگر آنرا منبعث از طویل شدن اندازه سلول ها می دانند (۴).

گروهی از محققین گزارش نموده اند که بوته های برنج مغروق و یا در معرض اتیلین در طی ۳ روز توانسته اند، با افزایش تعداد سلول ها تا ۱۰ برابر طویل گردند. آنها توضیح داده اند که بوته های برنج باید حداقل ۲۹ روز سن داشته باشند تا بتوانند در اثر تغلیظ اتیلین در شرایط غوطه وری گیاه باعث افزایش طول ساقه و برگ شوند. پژوهندگان معتقدند که حدوداً نیمی از کل تعداد سلول ها در مسیر طویل شدن میانگره ها زمانی شکل می گیرند که میانگره ها به ۱۰ درصد طول نهایی دست یافته اند (۴).

چهار فرآیند بیوشیمیایی درگیر با طویل شدن ساقه برنج های شناور هستند : غوطه وری باعث کاهش مقدار اکسیژن در میانگره های ساقه برنج می شود. کمبود اکسیژن باعث تحریک سنتز اتیلین می گردد لذا اتیلین در میانگره های ساقه تجمع می یابد. این موضوع نهایتاً به افزایش حساسیّت بافت ها نسبت به جیبرلیک اسید و یا افزایش غلظت فیزیولوژیک جیبرلین های فعال می شود. تولید اتیلین توسط بخش های غوطه ور گیاه

DWR در منطقه "اوتایا" در تایلند اندازه گیری شد و نشانداد که غلظت اتیلین در بافت های مغروق حدوداً ۲-۱ پی پی ام در قیاس با ۰/۲-۰/۱ پی پی ام برای بخش های خارج از آب گیاه برنج بوده است (۴).

خصیصه تحمّل غوطه وری :

تحمل غوطه وری و توانایی طویل شدن از ویژگی های ضروری و برجسته ای است که بعنوان استراتژی یا مکانیزم مقابله با سیلاب ها اتخاذ می شوند و کوشش ها برای تجمیع آنها در یک واریته با شکست مواجه بوده اند. گیاه DWR ممکن است در صورت بالا آمدن سریع سطح آب سیلاب ها کاملاً مغروق گردد امّا طویل شدن برای خروج بخش های انتهایی ساقه و برگ های گیاه برنج از آب کفایت می نماید. فتوسنتز متعاقباً تداوم می پذیرد و نشاسته و قندها در برگ های خارج از آب تولید می گردند. مواد فتوسنتزی در اندام های زیر آب حفظ می شوند و طویل شدن گیاه همچنان ادامه می یابد (۴).
ویژگی تحمل غوطه وری غالباً در برنج های فاقد توانایی طویل شدن وجود دارد تا در مورد غوطه وری کوتاه مدت چند روزه با بالا آمدن و پائین رفتن سریع سطح سیلاب ها به بقاء بوته های برنج بینجامد. تحمل غوطه وری برنج ممکن است به بقاء برنج در حالت غوطه وری کامل۱۰ روزه یا بیشتر منجر گردد که این موضوع به شرایط آب و بازیابی رشد پس از فرونشست سیلاب بستگی دارد. البته اینگونه اثرات بطور عمده بستگی به مرحله رشد گیاه دارد زیرا گیاهان جوان از کمترین میزان تحمل برخوردارند. غوطه وری گیاه برنج در مرحله گیاهچه ای موجب از بین رفتن بوته های ضعیف می گردد و بنحو مؤثری از رشد و پنجه زنی می کاهد(۴).

برنج های غوطه ور با محدودیت هایی از نظر تدارک کربوئیدرات ها بعنوان منبع انرژی و تأمین بقاء مواجه می گردند لذا به سرعت به زوال می گرایند. تحقیقات اخیر بر شیوه های استفاده گیاهان غوطه ور از کربوئیدرات ها برای رشد و حفظ فرآیندهای ضروری تمرکز یافته اند. این مواد شامل موضوعات زیر می باشند :
۱) پیوستگی آب درون سلولی
۲) بازیابی غشاء سلولی
۳) بروز ژن های بی هوازی (۴).

--- چنانکه مقدار کربوئیدرات ها با محدودیت مواجه گردد آنگاه رشد و طویل شدن گیاه در شرایط غوطه وری احتمالاً در رقابت با حفظ فرآیندهای ضروری جهت بقاء قرار می گیرند و با تولید ماده کاهش دهندۀ تولید جیبرلین موسوم به "paclobutrazol" موجب کاهش رشد طولی گیاه در حین غوطه وری می شود. مثلاً زمانیکه از ماده شیمیایی مذکور قبل و یا هنگام غوطه وری گیاه برنج استفاده گردد، از طویل شدن گیاه کاسته می شود و بقاء بوته های برنج بنحو بارزی بهبود می یابد. در یک آزمایش زمانیکه ماده "paclobutrazol" را قبل از مرحله غوطه وری بر رقم حساس به غوطه وری "calrose" پاشیدند، بوته هایش توانستند به میزان ۱۰۰ درصد در شرایط غوطه وری ۱۰ روزه بقاء یابند درحالیکه هیچکدام از بوته هایی تیمار نشده تاب نیاوردند. دانشمندان همچنین یک جهش یافته یا میوتانت (mutant) جیبرلین ناکارا (GA-deficient) را یافته اند که علاوه بر عدم افزایش رشد طولی نمی تواند به تحمل گیاه در شرایط غوطه

وری کمک نماید. متقابلاً زمانیکه با کاربرد اسید جیبرلیک بر طول گیاه افزوده شد آنگاه از تحمل گیاه در شرایط غوطه وری کاسته گردید (۴).

«جدول۲) ویژگي هاي عمومي ضروري لینه ها براي تحمل غوطه وري و طویل شدن (۸):»

ردیف	ویژگي	ردیف	ویژگي
۱	برگ هاي ایستاده	۱۳	حساس به فتوپریود هر منطقه
۲	برگ هاي وسیع و ضخیم	۱۴	تحمل تنش هاي محیطي
۳	طول و وزن پانیکول	۱۵	تحمل خسارت آفات و بیماریها
۴	باروري زیاد	۱۶	زنگ زرد پوسته و رنگ صورتي دانه
۵	خرمن شدن بدون ریزش	۱۷	کیفیت دانه مطابق سلیقه مصرف کنندگان
۶	واکنش به انرژي هاي ورودي	۱۸	توانایي طویل شدن در شرایط سیلاب
۷	داراي ریشك در تقابل با پرندگان	۱۹	مقاوم به ورس
۸	داشتن دورمانسي در شرایط ورس	۲۰	طویل شدن آهسته (۵cm در روز) در شرایط عادي
۹	سرعت جوانه زني	۲۱	طویل شدن سریع (۱۰cm در روز) در مواقع سیلاب سریع
۱۰	پنجه زني مناسب		
۱۱	برگ هاي بلند	۲۲	توانایي زانوزني پس از نزول سیلاب
۱۲	بلوغ در طي ۱۵۰ روز	۲۳	برگ هاي فاقد کُرك

ویژگی زانوزنی بوته ها :

ویژگی زانوزنی (kneeing) عبارت از خم شدن بخش های انتهایی ساقه های ماشوره ای (culm) گیاه DWR به سمت بالا پس از وقوع ورس در اثر فروکش کردن سیلاب می باشد. زمانیکه ساقه های برنج در سطوح آب می خوابند آنگاه بخش های انتهایی گیاه به سمت بالای سطح آب به حالت قائم در می آیند درحالیکه بخش های پائین ساقهٔ برنج به سطح خاک چسبیده اند. زانوزنی از کانوپی برنج حفاظت می نماید و بدینطریق پانیکول ها به حالت عمودی در سطح آب ظاهر می گردند. در نتیجه کیفیت دانه ها در اثر جلوگیری از غوطه وری پانیکول ها در آب حفظ می گردد و همچنین دانه ها از خسارت توسط جانداران آبزی (aquatic fauna) محفوظ می مانند. برنج های DWR سنتی از توانایی زانوزنی خوبی برخوردارند امّا برخی از واریته های جدید فاقد این ویژگی هستند لذا این خصیصه باید در کلیه برنامه های اصلاحی گیاه DWR مورد توجه قرار گیرد (۴).

آماده سازی بستر DWR :

۱) ۹۴ درصد کشاورزان اقدام به سوزاندن خار و خاشاک قبل از شخم می نمایند.
۲) ۷۴ درصد کشاورزان اقدام به دو دفعه شخم بدون دندانه زدن می کنند.
۳) ۷۵ درصد کشاورزان قبل از شخم دوّم به خشکاندن زمین مبادرت می ورزند (۴).

شیوه کاشت DWR :

۱) ۹۳ درصد کشاورزان اقدام به پاشیدن بذور خشک می کنند.
۲) ۶ درصد کشاورزان به پخش بذور جوانه دار اقدام می نمایند.
۳) ۱ درصد کشاورزان به نشاء بوته های DWR مبادرت می ورزند (۴).

کوددهی شالیزار DWR :

۱) ۲۸ درصد کشاورزان از کودهای شیمیایی استفاده نمی کنند.
۲) ۷۲ درصد کشاورزان از کودهای شیمیایی بهره می جویند آنچنانکه :
۸۱ درصد از عدّه مذکور از کود "آموفوس" (ammophos) با فرمولاسیون ۰-۲۰-۱۶ استفاده می نمایند.
۲-۱) ۷۰ درصد از عده مزبور فقط یک دفعه کودپاشی می کنند و آنرا در زمان ورود آب بکار می برند.
۲-۲) ۳۰ درصد بقیه اقدام به دو دفعه کوددهی می کنند که اولین مرحله در ۳۰-۲۰ روز پس از سبزشدن بوته ها و یا در زمان ورود سیلاب امّا دومین مرحله در آغاز تشکیل پانیکول انجام می گیرد (۴).

ویژگی های مطلوب در DWR :

مطلوب ترین واریته های گیاه DWR از نظر کشاورزان باید دارای ویژگی های زیر باشند :

۱) رسیدن به مرحله برداشت از اواسط دسامبر تا اواسط ژانویه
۲) ارتفاع ۲۰۰-۱۵۰ سانتیمتر
۳) توانایی طویل شدن مناسب
۴) تحمل خشکی و غوطه وری
۵) پنجه زنی فراوان توأم با باروری
۶) عدم ورس
۷) پانیکول طویل
۸) زانوزنی مطلوب
۹) عدم ریزش تا ریزش متوسط
۱۰) دانه های باریک و بلند
۱۱) دانه های معطر با کیفیت پخت خوب
۱۲) عملکرد متوسط ۲/۲ تن در هکتار (۴).

الگوی کشت مزارع DWR :

۸۹ درصد کشاورزان مناطق سیلابی آسیا علاقمند به تداوم کشت DWR هستند زیرا اولاً آنرا تنها محصولی می دانند که در شرایط فصول مرطوب بقاء می یابد. ثانیاً مشغله جایگزین وجود ندارد (۴).

الگوی کشت (cropping pattern) بصورت های زیر انجام می پذیرد :

۱) ۹۳ درصد کشاورزان از آیش گذاشتن زمین قبل از کاشت برنج بعدی بهره می گیرند.

۲) ۷ درصد کشاورزان اقدام به کشت محصولاتی نظیر : خیار ، هندوانه ، لوبیای شمشیری ، ذرت ، فلفل سبز ، گوجه فرنگی و لوبیای مانگ در قالب تناوب زراعی می کنند (۴).

معضلات زراعت DWR :

۱) علف های هرز (۹۰ درصد کشاورزان)

۲) خشکی (۵۵ درصد کشاورزان)

۳) موش صحرایی (۵۴ درصد کشاورزان)

۴) حشرات (۲۵ درصد کشاورزان) شامل : زنجره قهوه ای ، ساقه خوارها ، تریپس و زنجره سبز

۵) سیلاب ها (۲۲ درصد کشاورزان)

۶) خرچنگ (۲۲ درصد کشاورزان)

۷) پرندگان (۱۱ درصد کشاورزان)

۸) بیماری های گیاهی (۱۰ درصد کشاورزان) شامل : بلاست و بازماندگی رشد کثیف ویروسی(۴).

علف های هرز مزارع DWR :

اگرچه علف هاي هرز با گياه DWR به رقابت در جذب منابع غذايي مي پردازند امّا نمي توان تمامي آنها را گياهاني زائد و بي مصرف عنوان داشت زيرا بسياري از آنها داراي مصارف غذايي و داروئي هستند. بعنوان مثال : گياه "نيلوفر وحشي آبدوست" موسوم به اسفناج آبزي از جمله سبزيجات عمده مصرفي در تايلند و برخي كشورهاي آسيايي است. همچنين "سوروف بدون ريشك" از گياهان علوفه اي است كه براي تغذيه گاوهاي شيري بكار مي رود(۴).

علف هاي هرز مزارع DWR را قبل از آغاز سيلاب ها بصورت زير دسته بندي مي كنند :

الف) گونه هاي "خشكي زي" نظير : "سوروف بدون ريشك" ، علف خرچنگ (Digitaria spp) و جگن يكساله كه چرخه زندگي خويش را قبل از وقوع سيلاب ها كامل مي سازند و گرنه با بالا آمدن سطح آب سيلاب ها غرق خواهند شد.

ب) گونه هايي كه قبل از آغاز سيلاب ها استقرار مي يابند امّا مشكلي با آغاز سيلاب ها ندارند زيرا به موازات بالا آمدن سطح آب و در رقابت با DWR به تكميل چرخه زندگي ادامه مي دهند. بسياري از گياهان هرز در طي دوره هاي سيلابي سريعاً استقرار مي يابند و تمامي فضاهاي باز و بدون گياه را اشغال مي كنند. از مهمترين آنها مي توان به نيلوفر وحشي آبدوست اشاره داشت كه بعنوان يك گياه روندۀ خزنده (creeping vine) قبل از آغاز سيلاب ها شديداً رشد مي يابد و با توليد ساقه هاي روندۀ (runner) طويل و قابل شناوري براي بقاء در شرايط سيلابي آماده مي شود(۴).

در يك بررسي كه در ۱۱۰ مزرعه DWR انجام پذيرفت، به نمونه هاي زير دست يافتند :

۱) ۷۸ گونه علف هاي هرز قبل از آغاز سيلاب ها

۲) ۸۱ گونه علف هاي هرز پس از عقب نشيني سيلاب ها

گراس هاي يكساله جزو گونه هاي غالب علف هاي هرز قبل از شروع سيلاب ها بودند و سوروف بدون ريشك رايج ترين آنها بحساب مي آمد بطوريكه غالباً به متوسط تراكم ۱۰۰-۲۵ بوته در مترمربع دست يافت (۴).

مهمترين علف های هرز مزارع DWR عبارتند از :

۱) "Melochia corchorifolia" و "M . concatenate"

۲) "Ipomea aquatica" (پیچک صحرایی آبدوست)

۳) "Aeschynomene spp"

۴) "Sesbania spp"

۵) "Echinochloa colona" (سوروف بدون ريشك)

۶) "Digitaria spp" (علف خرچنگ)

۷) "Cyperus iria" (جگن يكساله)

۸) "Leptochloa chinensis"

۹) "Bouteloua gracilis"

۱۰) "Fimbristylus miliacea" (علف ارزني)

۱۱) "Alternanthera philoxeroides" (گل مرواريدي)
۱۲) "Oryza rufipogon" (برنج وحشي چندساله)
۱۳) "Eichhornia crassipes" (سنبل آبي)
۱۴) "Echinochloa crus-galli" (سوروف ريشك دار)
۱۵) "Ischaemum rugosum". که البته دو گیاه اخیر در ضمن دوره هاي سيلابي عميق نيز بقاء مي يابند(۴).

در حدود ۸۶ درصد کشاورزان DWR اقدام به پاشیدن علف کش ها طبق روش های زیر می نمایند :
الف) ۹۲ درصد آنان فقط یکبار از علفکش ها استفاده می کنند.
ب) ۶۷ درصد آنان به استفاده از علفکش ها در آغاز وقوع سیلاب ها مبادرت می ورزند (۴).

سيستم هاي كنترل سيلاب در آغاز فصل مي توانند در جلوگيري از ورود علف هاي هرز مؤثر باشند. تعداد علف هاي هرز در مزارعي با ۲ دفعه شخم نسبت به مزارعي با فقط يكدفعه شخم حدوداً دو برابر مي باشد. بهبود آماده سازي بستر بذر بواسطه افزايش زيرورو كردن خاك موجب بهبود شرايط جوانه زني بذور علف هاي هرز بويژه گراس هاي هرز مي شود. تفاوت در مقدار بذر مصرفي برنج هيچگونه تأثير معني داري بر جمعيت علف هاي هرز نداشت. كشاورزان تايلندي از علفكش "2,4-D" بصورت سمپاشي لكه اي (spot spray) جهت كنترل علف هاي هرز پهن برگ نظير : "Melochia concatenate" ، " Ipomea aquatic" و "Aeschynomene spp" استفاده مي كنند امّا كاربرد علفكش ها در مراحل پاياني رشد برنج مؤثرتر است (۴).

در حقيقت كشاورزان توجه قابل ملاحظه اي به گراس هاي هرز ندارند زيرا در شرايط سيلابي با عمق بيش از ۶۰ سانتيمتر فعاليت چنداني نخواهند داشت. كنترل علف هاي هرز قبل از طغيان سيلاب ها به كمك علفكش ها در بسياري از آزمايشات كشور تايلند هيچگونه تأثيري مگر در تراكم هاي بسيار زياد علف هاي هرز بر عملكرد برنج آب هاي عميق نداشته اند (۴).

آفات مزارع DWR :

الف) آفات ساقه خوار :

بسیاری از آفات زراعت DWR با برنج های اراضی غرقابی عادی مشترکند بطوریکه ساقه خوار زرد و زنجره قهوه ای در هر دو زراعت یافت می گردند. آفات زراعت DWR بسیار متحرک و متغیرند. اولین خسارت توسط نماتدها ، موش های صحرایی ، ویروس بازماندگی رشد و برخی ساقه خوارها وارد می شوند بدانگونه که باعث تضعیف بوته ها و کاهش طویل شدن گیاه می شوند و نتیجتاً از میزان استقراریابی بوته ها می کاهند.

ضمن اینکه پنجه های گره ای (nodal tiller) برای جبران جایگزین ساقه های خسارت دیده می گردند ولیکن نهایتاً از عملکرد محصول به دلایلی چون : کاهش ساقه های گلدهنده و تولید پانیکول های کوچکتر کاسته می شود. از سوی دیگر صدمات ناشی از برگخواران و بیماری های برگی که در مراحل قبل از وقوع سیلاب ها و یا اوایل طویل شدن گیاه صورت می گیرند آنچنان سخت نمی باشند لذا با تولید برگ های جدید جبران می گردند و به کاهش عملکرد منجر نمی شوند (۴).

ظهور ساقه ها و برگ های آبدار DWR و آب و هوای ملایم در طی سیلاب اصلی برای ظهور بسیاری از آفات در شرایط سیلاب های عمیق مناسب است. تغییرات شدید عمق سیلاب ها بر ترکیب ، ساختار جمعیتی و تراکم فلور و فون تأثیر می گذارند. گونه هایی از آفات که تأثیرات کمتری از سیلاب های عمیق متحمل می شوند، در بالای کانوپی زندگی می کنند و سازگاری محکمی با شرایط آبی دارند. آفات برنج غالباً به شالیزارهای فاریاب مجاور ، سایر محصولات فصل خشک و گیاهان میزبان واسط مهاجرت می کنند و یا به تابستان گذرانی (aestivate) و دیاپوز (diapause) می پردازند (۴).

ساقه خوار زرد مهمترین آفت مزارع DWR محسوب مي شود که بطور اختصاصي بر روی برنج هاي اهلي و وحشي زیست مي کند. این آفت از هزاران سال پیش با گیاه برنج و محیط زندگي آن سازگاري یافته است. ساقه خوار زرد از جمله گونه هاي زمیني نیازمند رطوبت است که با محیط هاي آبي تطابق دارد. لاروها و شفیره ها در ضمن مرحله طویل شدن در داخل بخش های زیرین ساقه ها و یا نزدیك سطح آب حضور دارند. لاروها و شفیره ها نه تنها در کل دورهٔ غوطه وري در درون ساقه ها بقاء مي یابند بلکه تونل هاي داخل ساقه ها به محافظت از آنها در مقابل پارازیت ها و پریداتورها مي پردازند. حشره مزبور در مرحله ششم لاروي با سوراخ کردن ساقه ها خارج مي شود. این حشرات داراي غشاء ضد آب ویژه اي هستند که آنها را قادر به خارج شدن از ساقه هاي غوطه ور مي سازد. دورهٔ زندگي طولاني DWR باعث مواجهه آن با ۳-۲ نسل از ساقه خوارها مي شود که دلیل اصلي بالا رفتن میزان خسارات در پایان فصل رشد است. تهاجم هاي قبل از سیلاب توسط ساقه خوارها معمولاً کم هستند و کمتر باعث کاهش عملکرد محصول مي شوند امّا تهاجم هاي مرحله گلدهي به تلفات ۲۰ درصدی و در مرحله رسیدگي به تلفات ۴۴-۳۵ درصدی منتهي مي شوند (۴).

دانشمندان معتقدند که کاهش عملکرد برنج آب هاي عمیق به دلایل زیر از هجوم ساقه خوارها حادث مي شود:

۱) تلفات ساقه هاي میاني بوته موسوم به عارضه مرگ مغزي (deadheart) در مرحله رشد رویشي

۲) تولید پانیکول هاي کوچك و جبراني توسط پنجه هاي گره اي

۳) توليد خوشه هاي سفيد (whitehead) در مرحله زايشي
۴) كاهش پُر شدن دانه ها و توليد پانيكول هاي سبك بواسطه خسارات ديرهنگام.
آنها نتيجه گرفتند كه متوسط خسارت بميزان ۲۰-۱۵ درصد بطور سالانه در بسياري از مزارع رُخ مي دهند. تاكنون واريته هاي مقاوم به خسارت آفات با وجود غربالگري چند صد واريته از DWR حاصل نگرديده است. تا امروز كوشش ها براي كنترل شيميايي ساقه خوارها در مزارع DWR قرين موفقيت نبوده اند لذا ساقه خوار زرد (YSB) همچنان بعنوان مهمترين آفت اين محصول بشمار مي آيد (۴).

ب) موش هاي صحرايي :
موش هاي صحرايي (rat) از آفات قابل ملاحظه سراسر مناطق كشت DWR هستند. دو گونه از موش هاي "بانديكوت" (bandicoot) در مزارع برنج آب هاي عميق تايلند حائز اهميتند. آنها بسيار پرخاشگر و مهاجم هستند و فرصت طلبانه از ويژگي ها و عادات مشابه بهره مي جويند بطوريكه :
۱-ب) گونه "B.bengalensis" در سراسر فصل رشد برنج آب هاي عميق حضور دارد.
۲-ب) گونه "Rattus losea" در بخش هاي عميق تر مزارع سيلابي زندگي مي كند و در مراحل برداشت به ازدياد نسل مي پردازد.
۳-ب) گونه "Rattus argentiventer" در وضعيت غوطه وري كامل مزرعه از فعاليت كمتري بهره مي برد.
بانديكوت ها با جويدن غلاف برگ ساقه هاي در حال رشد سبب مرگ برگ هاي انتهايي مي شوند و بدينگونه موجب بروز عارضه مرگ مغزي مي گردند. آنها اقدام به قطع ۴-۲ سانتيمتر انتهايي ساقه ها مي كنند و بويژه پانيكول ها را در مرحله رسيدگي قطع مي نمايند (۴).

گاهاً خسارات موش ها در بخش هايي از دشت هاي مركزي تايلند آنچنان سنگين است كه كشاورزان مجبور به لغو زراعت DWR براي چندين سال مي شوند. ميزان خسارات موش ها در مزارع مختلف و سال هاي متفاوت متغيرند و به بيشترين مقدار در اطراف پناهگاه ها و مسيرهاي عبور و مرور آفت مذكور مي رسند. ميزان خسارت موش ها در كرت هاي بهره مند از كود بواسطه تراكم افزون تر ساقه ها بسيار زودتر و شديدتر از كرت هاي بدون كوددهي مي گردد. همچنين ارقام ديررس اين محصول تحت هجوم هاي شديدتري واقع مي شوند (۴).

ارقام مختلف DWR داراي حساسيت متفاوتي نسبت به خسارات موش ها هستند امّا هيچگونه مقاومتي تاكنون مشاهده نشده است. واريته "LMN 111" غالباً شديدترين خسارات را در ضمن آزمايشات مزرعه اي برنج آب هاي عميق متحمل شده است (۴).

تهيّه طعمه مسموم از سمومي نظير :
"بروديفاكوم" (brodifacuom) ، "DRC-4575" ، "ديفيناكوم" (difenacoum) و "فسفيد روي" (zinc phosphid) مي تواند سبب كاهش جمعيت موش ها تا ميزان ۹۴-۸۷ درصد گردد. كنترل موش ها زماني به

حداکثر مي رسد که در بخش هاي مختلف مزرعه و همچنين مزارع همجوار بطور هماهنگ و بر اساس توصيه هاي استاندارد به مبارزه اقدام گردد (۴).

پ) ساير حشرات مضر :

حشراتي نظير : "برگباف ها" (leaffolder) ، ملخ ها (grasshopper) و تريپس ها بوفور قبل از ظهور سيلاب ها وجود دارند. ملخ هاي باغي (tettigoniid) و جيرجيرك ها (field cricket) ممکن است در ضمن دوره هاي سيلاب حضور يابند امّا آنها باعث سرايت هيچگونه بيماري شايعي نيستند. بسياري از کشاورزان تايلندي به کاربرد علفکش ها قبل از وقوع سيلاب ها در مزارع DWR اقدام مي ورزند درحاليکه از مصرف آفتکش ها اجتناب مي نمايند زيرا علاوه بر اينکه کاربردشان دشوار است، موجب آلودگي هاي زيست محيطي و هزينه هاي قابل ملاحظه اي مي باشند. آفتکش ها نبايد سبب تشويش دشمنان طبيعي آفات گردند. همچنين آنها بايد براي آبزيان ايمن باشند و نبايد موجب آلودگي آب هاي آزاد قابل دسترس روستائيان گردند(۴).

بيماريهاي مزارع DWR :

الف) بيماري هاي قارچي و باکتريايي :

بيماري هاي باکتريايي و قارچي معمولاً بسيار زود و بعبارتي قبل از اتمام مرحله پنجه زني و يا بسيار دير يعني پس از توسعه پانيکول ها وقوع مي يابند و سبب کاهش عملکرد قابل توجهي مي گردند. گياهاني که خاصيت طويل شدن شديدي دارند، بنحو مشخصي زودتر از آغاز سرايت ها رشد مي کنند. مهمترين بيماري احتمالاً بلايت باکتريايي برگ ها مي باشد که در اثر وزش باد و يا قطع برگ ها توسط کشاورزان شيوع بيشتري مي يابد. بيماري لکه قهوه اي گاهاً در مناطق خشك شمال هند بويژه در موارد تنش خشکي قبل از وقوع سيلاب ها شايع است (۴).

ب) بيماري هاي ويروسي :
بازماندگي رشد كثيف ويروسي يا "RSV" (ragged stunt virus) و بيماري "تانگرو" (tungro) از بيماري هاي گاه و بيگاهي هستند كه بصورت دوره اي موجب كوتولگي و يا كوتاهي موقت ساقه ها مي شوند. بيماري هاي ويروسي با ناقليت زنجره هايي شيوع مي يابند كه از شاليزارهاي فارياب به مزارع برنج آب هاي عميق مهاجرت مي كنند (۴).

مصارف محصول DWR :

۱) ۸۳ درصد محصول DWR به فروش می رسد.
۲) ۸ درصد محصول بعنوان بذر ذخیره می گردد.
۳) ۶ درصد محصول به مصرف خانوار زارع می رسد.
۴) ۳ درصد مابقی محصول ضایع می شوند (۴).

پژوهش هاي برنج آبهاي عميق تايلند :

مهمترين مراكز تحقيقات برنج آبهاي عميق تايلند عبارتند از :
۱) مركز تحقيقات برنج "پراچنبوري" (PCR) تايلند كه در مورد برنج آب هاي عميق تحقيق مي نمايد، در سال ۱۹۷۵ ميلادي تأسيس شد. اين مكان در ۱۵۰ كيلومتري شرق بانكوك و حدوداً ۳ متر بالاتر از سطح دريا واقع است وليكن در فصول مرطوب در معرض سيلاب هايي به عميق ۲-۱ متر واقع مي شود. متوسط بارندگي سالانه محل ۱۷۰۰ ميليمتر است. خاك داراي PH محدودۀ ۴/۵ به سبب سولفات هاي اسيدي مي باشد. اين منطقه به وسعت ۱۲۰ كيلومتر و برخوردار از امكانات كافي است (۴).

۲) ايستگاه تحقيقاتي "هانترا" (HTA) در سال ۱۹۴۱ ميلادي در ۷۵ كيلومتري شمال بانكوك احداث شد. اين محل با ۵۵ هكتار وسعت داراي خاك هاي اسيدي ضعيف تري نسبت به PCR است و از الگوي سيلاب متفاوتي بهره مي برد و براي پژوهش در مورد برنج آبهاي عميق و برنج شناور بهره برداري مي گردد. عمق متوسط سيلاب ۱۵۰-۵۰ سانتيمتر است كه در سال هاي مختلف متفاوت مي باشد و از متوسط بارندگي سالانه ۱۳۰۰ ميليمتر بهره مي برد(۴).

مهمترين موضوعات پژوهشي ايستگاه هاي تحقيقاتي مزبور در حوزه برنج آبهاي عميق عبارتند از :
۱) علوم گياهي
۲) تكنولوژي و توليدات گياهي
۳) حفاظت گياهان
۴) تكنولوژي و توليد بذر
۵) تكنولوژي پس از برداشت
۶) افزايش سودآوري از طريق كاهش انرژي هاي ورودي
۷) اصلاح كيفيت توليدات
۸) افزايش توليد محصولات از طريق مديريت آب و خاك

۹) معرفي مناسب ترين تكنولوژي بر اساس نيازهاي كشاورزان
۱۰) حل معضلات مبتلابه كشاورزان بر اساس اولويت (۴).

پژوهش هاي برنج آبهاي عميق بنگلادش :

بنگلادش بزرگترين كشور توليدكننده برنج آب هاي عميق جهان محسوب مي شود بطوريكه نزديك به نيمي از ۱۰ ميليون هكتار شاليزارهاي بنگلادش متأثر از سيلاب هاي موسمي هستند. از اين ميزان حدود ۲ ميليون هكتار به برنج آب هاي عميق اختصاص دارند آنچنانكه در مناطقي با سيلاب هاي به عمق ۶-۱ متر واقعند. بدين ترتيب در حدود ۲۰ درصد شاليزارها و ۱۶ درصد كل برنج توليدي بنگلادش به ارقام برنج آب هاي عميق تعلق دارد. عملكرد متوسط شاليزارهاي DWR بنگلادش در حدود ۰/۸ تن در هكتار است.

در حدود ۱۳/۲ ميليون نفر از مردم بنگلادش يعني ۱۸/۵ درصد از كل ۷۱/۳ ميليون نفر جمعيت كشور به موضوع برنج آب هاي عميق بصورت كامل يا نسبی وابستگي دارند. كشاورزاني كه به زراعت DWR مي پردازند از جمله فقيرترين ساكنين روستايي محسوب مي گردند. مزارع كوچك و معيشتي آنان غالباً مخاطره آميز و ناپايدارند. آنها از تكنولوژي هاي جديد سود نمي جويند.

بنگلادش با وجود كاهش منابع و افزايش جمعيت نمي تواند در راستاي بقاء و امنيت غذايي مردم نسبت به كشاورزان DWR بي تفاوت باشد. عملكرد اين نوع شاليكاري نسبتاً كم است و سطح آب مزارع از كنترل زارعين خارج مي باشد بطوريكه موفقيت يا شكست در توليد محصول بطور كامل بستگي به وضعيت بروز آب و هواي مونسون دارد (۳).

برنج و سیلاب اجزاي جداناپذیر چشم انداز اراضي در کشور بنگلادش مي باشند. بسیاري از مناطق این کشور داراي ارتفاعي کمتر از ۵ متر از سطح آبهاي آزاد هستند لذا بیش از ۲۰ درصد اراضي به میزان هاي متفاوت در معرض سیلاب هاي سالانه قرار دارند.
بنگلادش از نظر تنوع ژنوم هاي برنج بسیار غني است بطوریکه داراي ۶۵۹ رقم برنج آبهاي عمیق مي باشد که از آنها در بانك ژن برنج بنگلادش (BRRI) و مؤسسه بین المللي تحقیقات برنج (IRRI) نگهداري مي گردد. اینگونه برنج ها مي توانند شرایط غوطه وري را در جلگه هاي سیل گیر با عمق سیلاب ۱۰۰-۵۰ سانتیمتر براي حدود یك ماه تحمل نمایند. برنج "رایادا" (Rayada) از جمله اکوتیپ هاي امیدبخش در بنگلادش است که توانایي سازگاري بعنوان برنج آبهاي عمیق را دارد. این رقم نسبت به فتوپریود حساس ، فاقد دورمانسي و دوره عمرهاي ۸-۶ ماهه و ۱۲ ماهه است. بسیاري از محققین معتقدند که برنج وحشي چندساله موسوم به "Oryza rufipogon" از اعقاب برنج آبهاي عمیق مي باشد زیرا همچنان در رستنگاه آب عمیق رشد مي کند و نسبت به فتوپریود حساس است. "رایادا" با وجودیکه قادر به تحمل تنش هاي بي هوازي است امّا همچنان بواسطه ویژگي هایی نظیر: دوره رشد طولاني ، عملکرد کم و حساسیّت شدید به فتوپریود غالباً نادیده انگاشته مي شود (۵).

«جدول۳) مقایسه تیپ هاي مختلف برنج وحشي و آبهاي عمیق بنگلادش (۵):»

موارد	برنج آبهاي عمیق عادي	Ashwina / Bhadoia	رایادا (Rayada)	برنج وحشي (O.rufipogon)
توانایي طویل شدن	+	+	سریع +	سریع +
سیکل زندگي (ماه)	۸-۶	۸-۶	۸-۶ و ۱۲	چندساله
تحمل سرما	-	-	+	درجات متفاوت
حساسیت به فتوپریود	درجات متفاوت	صفر تا کم	حساسیت زیاد	حساس
دورمانسي بذور	زیاد	زیاد	هیچ	زیاد
حساسیت به روزهاي کوتاه در مراحل اولیه رشد	+	+	-	؟
گسترش جغرافیایي	جنوب و جنوب شرقي آسیا	بنگلادش و هند	محتص بنگلادش	جنوب و جنوب شرقي آسیا، آمریکاي لاتین، استرالیا، غرب آفریقا
نمونه ارقام	Habigoni ، Aman I-VIII	Ashwina	Kaladigha ، Beto	Jhoradhan

پژوهش هاي برنج آبهاي عميق ويتنام :

زراعت برنج بر اساس مدارك باستان شناسي در ۶-۴ هزار سال پيش از ميلاد در ويتنام جريان داشته است. در ويتنام از انواع لگوم ها ، سيب زميني شيرين و سزبانيا بعنوان كشت دوم در شاليزارها بهره مي برند. بسياري از شاليزارهاي ويتنام در حوزه رودخانه "مكونگ" (Mekong) واقع هستند. اين شاليزارها به مساحت ۴ ميليون هكتار با خاك هاي آبرفتي رودخانه اي با واكنش سولفاته اسيدي در نواحي ساحلي متأثر از شوري قرار دارند. اين اراضي نسبتاً جلگه اي و هموار داراي خاك هاي نفوذناپذيرند لذا در اثر حجم عظيم باران هاي موسمي دچار سيلاب مي گردند. اراضي مزبور سالانه داراي دو فصل خشك و مرطوب هستند (۷).

كشاورزان ويتنامي تا قبل از سال ۱۹۶۶ ميلادي فقط به شيوه نشاكاري با استفاده از ارقام ديررس حساس به فتوپريود متكي بودند. كشاورزان در مناطقي كه عمق سيلاب ها به ۳-۱ متر مي رسد، نسبت به كاشت برنج هاي شناور (floating rice) اقدام مي كنند. اين برنج ها كه از طريق پخش مستقيم بذر زراعت مي گردند، بطور ژنتيكي قادر به طويل شدن هستند و بعد از ۷ ماه برداشت مي شوند. كشاورزان در اراضي برخوردار از سيلاب هاي متوسط اقدام به نشاء برنج هاي دو گانه (double transplanting) مي نمايند يعني از برنج هاي متوسط رس و ديررس بصورت يكبار توليد در سال و يا برنج هاي زودرس بصورت دوبار در سال استفاده مي كنند. بسياري از واريته هايي كه توسط IRRI معرفي شده اند از جمله "IR 5" و "IR 8" به دليل ديررس بودن (۱۰۰ روزه) فقط امكان يكبار كشت در سال را فراهم مي سازند. (۷).

ويتنام با استفاده از واريته هاي پُر محصول (HYV) به يكي از عمده ترين كشورهاي توليدكننده برنج تبديل شده است بطوريكه به عمده ترين صادر كنندۀ برنج جهان در سال ۲۰۰۰ ميلادي تبديل گرديد. سطح شاليزارهاي ويتنام در سال ۱۹۸۸ ميلادي به بيش از ۲/۵ ميليون هكتار افزايش يافت. استفاده چندگانه از اراضي شاليزار نظير پرورش ماهي ، ميگو ، دو كفه ايها و مارماهيان براي تنوع بخشي محصولات به شدت رواج يافته است (۷).

اصلاح واریته هاي DWR :

اصلاح واریته هاي جدید برنج آبهاي عمیق براي شرایط محیطي متفاوت از بزرگترین چالش هاي متخصصین اصلاح نباتات مي باشد. حصول واریته هایي از DWR با پتانسیل ژنتیکي متفاوت بسیار دشوار است زیرا معضلات عدیده اي در طي یك فصل رشد وقوع مي یابند. یك واریته ممکن است در بهترین شرایط از توانایي ژنتیکي دستیابي به عملکرد ۶/۵ تن در هکتار برخوردار باشد ولیکن وقوع برخي حوادث نامطلوب مي توانند از تعداد ساقه هاي مثمر ، تعداد و اندازه دانه ها و نهایتاً بر میزان عملکرد تأثیر بگذارند تا آنجائیکه عملکرد به 1/3 پتانسیل تولید نائل آید. این حقایق مدلل مي سازند که انتخاب یك ژنوتیپ خاص براي تمامي شرایط و وقایع ممکن نیست. ضمناً حضور ویژگي هاي غیر ضروري باعث ایجاد دشواري هایي در برنامه هاي اصلاحي مي شوند و از میزان عملکرد ارقام برتر مي کاهند. بعنوان مثال دو ویژگي توانایي طویل شدن و تحمل غوطه وري از مکانیزم هاي متضاد در سازگاري با سیلاب ها هستند ولیکن تاکنون کلیه تلاش ها براي ادغام صفات فوق در یك گیاه با شکست قرین گردیده اند (۴).

اغلب تولیدکنندگان داراي محدودیت هایي از نظر منابع و نهاده هاي ورودي از قبیل کودها و سموم شیمیایي بواسطه گراني آنها هستند. در مقابل بذور ارقام جدید با توانایي عملکرد بیشتر نیازمند نهاده هاي کمکي افزون تري هستند و نسبت به تغییرات شرایط محیطي حساس ترند. شناخت دقیق محیط هاي هدف بسیار اهمیت دارد زیرا از خصوصیات اقلیمي مي توان بعنوان شاخصي جهت اصلاح واریته هایي با پتانسیل مطلوب بهره گرفت. کشاورزان همواره از کاشت واریته هایي نظیر حساس به آفات و بیماریها و کمبود عملکرد اجتناب مي ورزند و چنین ارقام اصلاح شده اي را رها مي سازند. بعلاوه کشاورزان از پذیرش ارقام جدیدي که نیازمند تغییر در مدیریت عملیات زراعي هستند ، به دلیل عدم آشنایي پرهیز مي کنند. براي شالیزارهایي با عمق سیلاب متوسط به اصلاح ارقامي پرداخته مي شود که داراي برگ هاي قائم باشند و فقط در آب هاي عمیق به افزایش طول بپردازند (۴).

ارقام جدید DWR داراي ظاهري نیمه پاکوتاه (semi-dwarf) با عملکرد بالا هستند که در سیلاب هاي کم عمق لغایت ۱ متر پرورش مي یابند. این قبیل ارقام در تایلند و "IRRI" با نام هایي همچون : "Huntra 60" ، "IR 11141" و "RD 19" شناخته مي شوند. اینك تقاضا براي واریته هاي جدید حائز ویژگي هایي نظیر افزایش عملکرد ، بهبود کیفیت و مقاومت به آفات و بیماریها همچنان ادامه دارد گواینکه تولید DWR در نظر بسیاري دولت ها داراي ارجحیت کمتري است. بعلاوه وجود استرس هاي خشکي، خاك هاي باتلاقي و سیلاب هاي نابهنگام باعث شده اند که بسیاري از محققین به اصلاح گیاهان زراعي مناسب براي اینگونه اکوسیستم ها با نظر نامطمئن بنگرند (۴).

مهمترین ویژگي هایي که در اصلاح گیاه DWR در نظر گرفته مي شوند عبارتند از :

الف) طویل شدن در شرایط غوطه وري

ب) مقاومت به خشکي قبل از سیلاب ها

پ) مقاومت به شوري

ت) تحمل کمبود فسفر

ث) تحمل كمبود روي
ج) تحمل سميّت آهن
چ) تحمل سميّت آلومينيم
ح) مقاومت به آفات و بيماريها
خ) كيفيت دانه مناسب (۴).

اولويت نسبي هر كدام از اين ويژگي ها در شرايط محيطي مختلف با يكديگر فرق مي نمايد و خصايص برتر بر اساس برخي اولويت ها تعيين مي گردند. بواسطه اينكه اينگونه برنج ها فقط در شرايط محيطي خاصي پرورش مي يابند لذا اصلاح آنها نيازمند دوره زماني طولاني تري است. بعنوان مثال برنج هاي فارياب اصلاح شده اي نظير "IR 8" و "IR 36" پس از ۵-۴ سال معرفي شده اند ولي ارقام برنج آب هاي عميق از جمله "HTA 60" را بندرت مي توان پس از ۱۵-۱۰ سال معرفي كرد آنچنانكه رقم "Prachinburi 1" بعد از ۲۲ سال تحقيق در تايلند تأئيد گرديده است (۴).

روش هاي سلكسيون DWR :

۱) روش لينه خالص :
براي برنامه هاي اصلاحي برنج آبهاي عميق عموماً از لينه هاي خالص (pure line) استفاده مي گردد كه مستقيماً از مزارع كشاورزان و از ميان بوته هايي كه بخوبي با شرايط سيلابي سازگاري يافته اند و از نظر ژنتيكي با سايرين متفاوتند، انتخاب شده اند. از اين روش ضمن تسريع در روند اصلاح برنج فقط مي توان به افزايش عملكرد بميزان ۱۵-۱۰ درصد دست يافت. واريته هاي "Pin Gaew 56" و "Nahng 111" كه بترتيب در سال هاي ۱۹۵۶ و ۱۹۵۹ ميلادي معرفي شدند، از اين جمله مي باشند (۴).

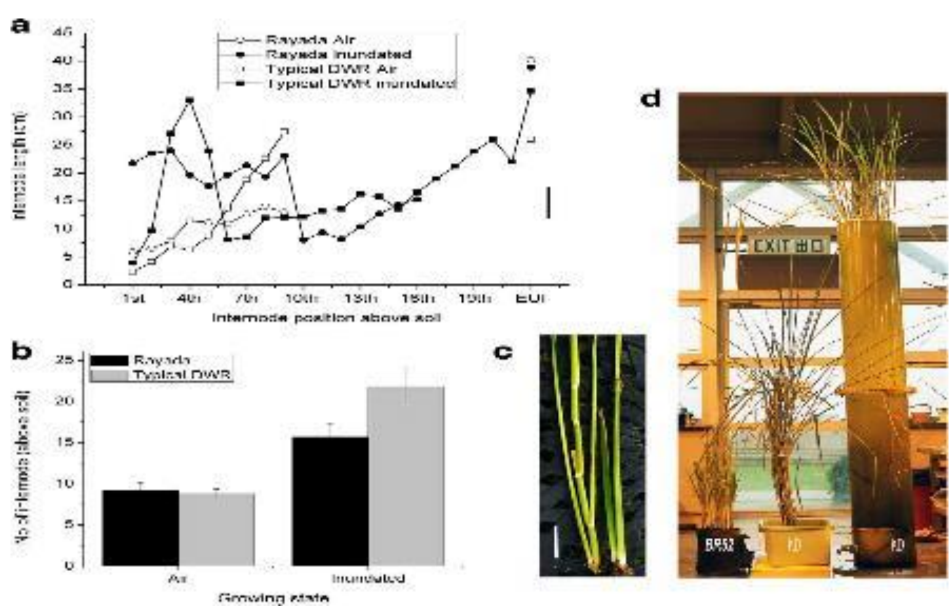
۲) روش پديگري :
روش "پديگري" (pedigree) يا شجره اي از شيوه هاي بسيار مؤثر براي اصلاح برنج آب هاي عميق است و آنرا غالباً در مواقعي بكار مي برند كه امكانات و منابع اصلاحي بوفور در اختيار باشند. از اين شيوه در IRRI براي ايجاد همزمان ويژگي هاي مقاومت به آفات و بيماريها و همچنين تحمل تنش سيلاب هاي عميق بهره مي گيرند (۴).

۳) روش انتخاب و غربالگري :
انتخاب (selection) و غربالگري (screening) را مي توان در شرايط طبيعي و حتي كنترل شده براي ويژگي هاي ضروري يعني تحمل غوطه وري و توانايي طويل شدن بكار گرفت آنچنانكه رقم "RD 19" از اين طريق حاصل آمده است (۴).

۴) روش بالك :
شيوه بالك (bulk) يا توده اي بسيار قابل اعتماد است و از نظر دوره زماني و هزينه كارگري بسيار با صرفه مي باشد. اين شيوه قبلاً كاربرد چنداني در برنامه هاي اصلاحي گياهان مناطق گرمسيري نداشت امّا امروزه با كاربرد تكنيك هاي مؤثر و تسهيلات خاص از جمله مخازن آب به ارزيابي ارقام مختلف از خيل عظيم توده هاي موجود براي جستجوي صفات مطلوب پرداخته مي شود. توده عظيمي از ارقام موجود را در اين شيوه تحت شرايط تنش كشت مي كنند و بوته هاي بقاء يافته را برداشت مي نمايند. روش بالك و روش "بالك تغيير يافته" را مي توان تا نسل سوّم گسترش داد سپس افراد مناسب را از ميان يك جمعيت عظيم انتخاب نمود. بعنوان مثال رقم "IR 262-43" از اين طريق حاصل گشته است (۴).

اصلاح حساسيت به فتوپريود :

برنج آب هاي عميق در منطقه استوا تا ۱۹ درجه عرض شمالي با طول روز ۱۴-۱۰ ساعت رشد مي كند. بسياري از اين ارقام نسبت به فتوپريود حساس هستند يعني زمان گلدهي آنها تحت تأثير طول روز قرار دارد. واريته هايي كه به فتوپريودهاي حداقل يعني روزهاي كوتاه نيازمندند به توليد دانه نائل مي گردند امّا واريته هاي نيازمند به روزهاي طولاني قادر به توليد پانيكول نمي باشند مثلاً واريته "Leb Mue Nahng 111" نيازمند مواجهه ۶۰ روزه با طول روزهاي ۱۰ ساعته يا ۱۲۶ روز با طول روزهاي ۱۲ ساعته است.
متأسفانه ميزان حساسيت ارقام برنج DWR به فتوپريود باعث بروز محدوديت هايي در گسترش ارقام اصلاح شده اش مي باشد. مثلاً ارقام اصلاح شدهٔ تايلندي زمانيكه در هندوستان كاشته مي شوند، بسيار ديرتر يعني اواسط دسامبر به گلدهي مي رسند و در اثر كاهش دما دچار عقيمي و كاهش عملكرد مي گردند. متقابلاً واريته هاي اصلاح شدهٔ هندي و بنگلادشي بسيار زودتر از معمول يعني اوايل سپتامبر به گلدهي مي رسند كه سيلاب ها همچنان در حال بالا آمدن هستند لذا پانيكول ها بحالت غوطه ور درآمده ، دانه ها فاسد مي شوند و يا توسط آبزيان تغذيه مي گردند (۴).



اصلاح توانايي طويل شدن :

امروزه توجه بسياري براي اصلاح ارقامي از برنج آبهاي عميق با توانايي رشد در سيلاب هايي به عمق ۸۰-۱۰۰ سانتيمتر جلب شده است. در سال ۱۹۷۵ ميلادي به ابداع روش هاي كنترل شدهٔ عمق آب در تالاب هاي مصنوعي پرداخته شد تا ارقامي با توانايي حفظ برگ ها در سطح آب انتخاب گردند. توانايي طويل شدن از ويژگي هاي ارثي و باثبات محسوب مي شود. البته تعداد ميانگره ها و طول ساقه ماشوره اي در DWR توسط ژن هاي متفاوتي كنترل مي گردند كه همواره با غالبيت همراه نمي باشند. رفتارهاي ژنتيكي طويل شدن ميانگره ها مرتبط با اتيلين و اسيد جيبرليك هستند (۴).

اصلاح توانايي تحمل غوطه وري :

اگرچه تحمل غوطه وري و توانايي طويل شدن از ويژگي هاي منحصر بفرد محسوب مي شوند امّا بسياري از برنامه هاي غربالگري براي يافتن لينه هاي DWR برخوردار از تحمل غوطه وري انجام مي گيرند تا در مقابل سيلاب هاي زودگذري كه در اوايل رشد وقوع مي يابند، طاقت آورند. براي اين منظور نشاءهاي ۳۰ روزه برنج را به تالاب ها انتقال مي دهند و پس از ۳۰ روز سطح آب آنرا به ارتفاع ۱۵۰ سانتيمتر براي مدت ۱۰ روز مي رسانند تا حساسيت آنها به عمق مشخص گردد. غربالگري ارقام بعد از زهكشي آب انجام مي شود كه ۱۴ روز بعد صورت مي پذيرد. آناليزهاي تفكيك ارقام تاكنون به شناسايي حداقل ۲ ژن غالب درگير با تحمل غوطه وري منجر گرديده اند (۴).

اصلاح كيفيت دانه :

كيفيت دانه ارقام برنج آب هاي عميق در تايلند نازل است و حالت گچي دانه ها ضمن تبديل بهبود نمي يابد. بيشتر برنامه هاي اصلاحي كيفيت دانه هاي DWR براي رساندن طول آنها به بيش از ۷ ميليمتر با حالت نيمه شفاف صورت مي پذيرند. بعنوان مثال رقم "KDML 105" كه اخيراً معرفي شده است، داراي ويژگي هايي نظير : كيفيت دانه ، پخت دانه ، قامت ايستاده ، حساس به فتوپريود ، گلدهي در پايان اكتبر و توانايي رشد در سيلاب هاي ۱۰۰-۵۰ سانتيمتر مي باشد. واريته هاي ديگري نيز از طريق تابانيدن اشعه گاما حاصل شده اند كه داراي صفاتي چون : دانه هاي شفاف ، خصوصيت تبديل مناسب و مقاومت به بلاست مي باشند كه ارقام "HTA6093" و "PNG 93" از آن جمله هستند(۴).

اصلاح تغذيه گياهي :

حوزه هاي سيلابي از يكسو داراي مواد غذايي حاصل از سيلاب ها هستند و از طرف ديگر در معرض شستشوي مواد معدني براي انتقال به دريا قرار دارند. واريته هاي DWR با عملكرد حدود ۲ تن در هكتار كه با شرايط سيلابي سازگاري يافته اند، در صورت عدم كاربرد كودها با كاهش حاصلخيزي خاك ها مواجه مي شوند زيرا عناصري كه از رودخانه ها به شاليزارهاي سيلابي افزوده مي شوند، نسبتاً ناچيز هستند.
پژوهشگران بنگلادشي نتيجه گرفته اند كه بسياري از ارقام سنتي DWR عموماً به كودها واكنش مثبت نشان مي دهند امّا ميزان افزايش عملكرد به وضعيت خاك ها ، دوام دوره سيلاب و ميزان بارندگي قبل از شروع سيلاب ها بستگي دارد (۴).

افزايش كودها در برخي آزمايشات موجب افزايش وزن خشك اين گياه شدند امّا تغيير چنداني در عملكردش بوجود نياوردند. اصولاً ميزان كودهاي مصرفي در سيستم DWR بسيار كم است. متوسط مصرف كودهاي شيميايي در برنج هاي شناور تايلند عبارتند از :
الف) ازت ۴۰ كيلوگرم در هكتار
ب) فسفر ۲۵ كيلوگرم در هكتار
بدين ترتيب ميزان عملكرد آنها حدوداً ۳۰ درصد بيشتر از زراعت هاي بدون مصرف كود بوده اند. پژوهش ها نشان مي دهندكه عدم كاربرد و يا مصرف مقادير كمتر از ۲۰ كيلوگرم كودهاي ازته قبل از شروع سيلاب ها باعث كاهش عملكرد مي گردند درحاليكه كاربرد ۷۵ كيلوگرم كود ازته در خاك هاي سولفاته اسيدي موجب افزايش محصول تا ۸۰ درصد مي شود (۴).

کاربرد کشت مخلوط :

گواینکه محصولاتي نظير : لوبياي مانگ (mung bean) ، ذرت ، كنجد (sesame) ، ذرت سالادي (baby corn) ، لوبياي چشم بلبلي (cowpea) و آفتابگردان معمولاً پس از برداشت برنج آبهاي عميق در بنگلادش كاشته مي شوند وليكن چنين عملياتي در تايلند بواسطه فقدان امكان آبياري و يا عدم وجود آب ذخيره اي در خاك مرسوم نيست درحاليكه دشت هاي غرب تايلند از يك دورهٔ خشك ۴ ماهه قبل از آغاز سيلاب ها برخوردارند و امكان زراعت محصولات زودرس و مقاوم به خشكي با بازارپسندي كافي وجود دارد. مثلاً لوبياي مانگ و كنجد از بازارپسندي مطلوبي در منطقه برخوردارند درحاليكه آفتابگردان با وجود عملكرد مناسب از قيمت نازلي در بازار بهره مي برد. بعلاوه ساقه هاي ستبر آفتابگردان بايد پس از برداشت محصول و قبل از كاشت برنج از مزرعه خارج گردند. در صورت كشت مخلوط گياهان زراعي در اراضي كشاورزي تا قبل از آغاز سيلاب ها بايد موضوع رقابت آنها را براي كسب آب ، نور و مواد غذايي در نظر داشت. مثلاً قدرت رقابت كنجد كمتر از لوبياي مانگ ولي آفتابگردان از آندو بيشتر است لذا با فاصله گذاري و تركيب مناسب مي توان به بالاترين راندمان محصول دست يافت. در صورتيكه برداشت محصولات زراعي با تأخير انجام شود آنگاه راندمان محصول DWR به جهت عدم رشد كافي تا زمان وقوع سيلاب ها با حدود ۴۰ درصد كاهش عملكرد مواجه خواهد شد. كاشت گياهان زراعي با وجوديكه به عملكرد بيشتري در شيوه رديفي منجر مي گردد وليكن زارعين معمولاً از روش بذرپاشي به دليل عدم نياز به ماشين آلات و هزينه هاي زياد كارگري بهره مي جويند (۴).

دورنماي آينده برنج آبهاي عميق :

كشاورزان با وجود تمامي مشكلات همچنان به كاشت DWR مبادرت مي ورزند و به افزايش توليد آن مي كوشند تا بدينطريق فوايد اقتصادي و اجتماعي مطلوب نصيبشان گردد. افزايش توليد برنج آب هاي عميق فقط از طريق اصلاح ارقام آن متبادر نمي گردد بلكه افزايش توليد به مجموعه اي از عوامل و چگونگي تلفيق آنها بستگي دارد. آناليز معضلات اجتماعي-اقتصادي مبتلابه افزايش توليد برنج دلالت به بهبود عمليات زراعي در راستاي حداكثر بكارگيري از اراضي كشاورزي مي باشند بگونه اي كه موجب بيشترين درآمد براي كشاورزان گردد و همه آنها مبتني بر حداكثر بهره مندي از سيلاب هاي موسمي است. شايان ذكر است كه بهره مندي از شيوه هاي مدرن آبياري مي تواند بر ميزان توليدات گياهي در فصل خشك تا قبل از ظهور سيلاب ها كمك نمايد(۴).

منابع و مآخذ :

1) Hattori , Yoko & et al – 2011 – Rice growth adapting to deepwater – Plant Biology ; 14 : 100-105

2) IRRI – 2012 – Methods of planting rice – International Rice Research Institute , Los Banos , Laguna , Philippines

3) Kenter , D.G & et al – 1977 – Proceeding of the workshop on deepwater rice – The International Rice Research Institute , Los Banos , Laguna , Philippines

4) Puckridge , D.W & et al – 2001 – Production of rice and associated crops in deeply flooded area of the chao phraya Delta – Deep Water Rice and Associated Crops ; Thailand

5) Rahman , Bin & et al – 2013 – Rayada specialty : the forgotten resource of elite feature of rice – http://www.thericejournal.com

6) Wikipedia – 2014 – Deepwater rice – http://en.wikipedia.org

7) Xuan , Vo.Tong – 2009 – Evolution of rice production and fertilization practices in the Mekong Delta – Angiang University , Viet Nam

8) Yanagihara , Seiji – 2002 – Deep water rice breeding – International Rice Research Institute (IRRI)

9) http://www.merriam-webster.com/dictionary

10) http://farsilookup.com

" برنج رنگي " ؛
" Color rice "

مقدّمه :

برنج ها را به ۵ گروه از نظر رنگ و بافت دسته بندي كرده اند. اين دسته بندي طي چندين مرحله بشرح زير انجام پذيرفته است :

۱) تهيّه تصاوير (image acquisition)
۲) قطعه كردن (segmentation)
۳) استخراج مواد داخلي (feature extraction)
۴) انتخاب صفات (feature selection
۵) دسته بندي (classification) .

تاكنون ۶۰ نوع بافت و رنگ از مغز دانه هاي برنج حاصل گرديده اند آنگاه آنها را در ۴ گروه قرار داده سپس ۲۲ مورد برتر انتخاب شده اند (۵).

برنج سياه :

برنج سياه (black rice) و بعبارتي برنج ارغواني (purple rice) شامل مجموعه اي از انواع برنج هاي گونه "Oryza sativa L." هستند كه برخي از آنها جزو گروه برنج هاي چسبناك (glutinous) قرار دارند. ارقام برنج سياه نسبتاً كم تعدادند وليكن محدود به برنج سياه اندونزيايي و برنج جاسمين سياه تايلندي نيستند. برنج سياه از ارزش غذايي زيادي برخوردار است زيرا سرشار از آهن و ويتامين E مي باشد و مقدار آنتي اكسيدان هايش بيش از زغال اخته (blueberry) هستند (۱۰).

لايه سبوس دانه برنج سياه حاوي بالاترين ميزان آنتوسيانين بعنوان يك آنتي اكسيدان در غذاها است. دانه هاي برنج سياه از نظر مقدار فيبر مشابه برنج قهوه اي مي باشند و مزه اي ملايم و آجيلي دارند. مردم چين معتقدند كه برنج سياه براي معده ، كليه ها و كبد انسان مفيد است. برنج سياه غالباً رنگ مشكي تيره اي دارد وليكن پس از پختن به رنگ ارغواني تيره در مي آيد. رنگ ارغواني تيره برنج سياه به سبب وجود ميزان فراوان آنتوسيانين مي باشد آنچنانكه مقدارش نسبت به ساير دانه هاي رنگي بيشتر است. برنج سياه براي تهيّه : پوره ، دسر ، كيك برنجي ، رشته غذايي و نان مناسب مي باشد. برنج جاسمين سياه درحاليكه در قياس با واريته هاي برنج قهوه اي و سفيد از رواج كمتري برخوردار مي باشد وليكن بخوبي مي تواند باعث رنگي شدن وعده هاي غذايي گرديده و بر سلامتي افراد بيفزايد (١٠).

از برنج هاي معطر سفيد و سياه از جمله : "Chakhao amubi" ، "Chakhao Poireiton" و "Chakhao angouba" در مناطقي نظير "مانيپور" هندوستان براي تهيّه غذا جهت جشن ها و مهماني ها بهره مي گيرند. واژه "chak" به معني برنج و واژه "ahaoba" به معني لذيذ مي باشد لذا واژه مركب "chakhao" بمعني برنج لذيذ است. عقيده بر اين است كه برنج سياه همراه با استقرار نخستين ساكنين ناحيه "مانيپور" بويژه "ميتيس ها" (Meiteis) به منطقه وارد گرديده است آنچناكه واژه هاي "Amubi" و "Angouba" كه از زبان مرسوم اين قوم بجا مانده اند، به ترتيب به معني سياه و سفيد مي باشند. از اينرو اسامي مركب "Chakhao amubi" و "Cakhao angouba" را بترتيب براي برنج هاي معطر سياه و سفيد بكار مي برند. برنج سياه را در اغلب فروشگاه هاي هند به قيمت هر كيلوگرم ١٢٥ روپيه (هر روپيه معادل ٤٠ تومان) مي فروشند. برنج سياه معطر را در بسياري از هتل هاي استاندارد هندوستان بعنوان غذايي با ارزش و گرانبها طبخ مي كنند. پولكي هايي (flake) كه از برنج سياه تهيّه مي گردند، داراي طرفداران فراواني هستند. برنج هاي سياه چسبناك و معطر منطقه "مانيپور" بواسطه اينكه از عملكرد پائين (حدوداً ٢/٥ تن در هكتار) در شاليزارهاي غرقابي برخوردارند گواينكه گران تر از ساير ارقام برنج رايج مي باشند لذا كمتر از ١٠ درصد كل مزارع برنج منطقه را اشغال نموده اند (١٠).

تاكنون هيچگاه تلاش منظم و برنامه ريزي شده اي در "مانيپور" هند براي اصلاح برنج سياه عطري و چسبناك صورت نگرفته است وليكن مجموعه ريخته ارثي (ژرم پلاسم) ، ويژگي ها و ارزشيابي ارقام معطر برنج هاي سياه اخيراً انجام شده اند. برنج سياه معطر و چسبناك "مانيپور" از لحاظ ٣٤ ويژگي مورفولوژيكي مشخص شده است آنچنانكه ٧ خصوصيت زراعي آن در واكنش به بيماري ها و آفات گياهي مهم از اهميت وافري برخوردار مي باشد. همچنانكه ميزان تقاضاي داخلي براي برنج سياه معطر و چسبناك افزايش مي يابد، كوشش هاي فراواني براي اصلاح آنها از نظر كسب راندمان بالاتر بدون كاهش كيفيت و عطر دانه ها و كيفيت پخت در "مانيپور" صورت مي پذيرد تا علاوه بر پاسخگويي تقاضاي داخلي بر امكان صادراتش به بازارهاي خارجي افزوده شود (١٠).

برنج قرمز :

برنج قرمز (red rice) از واريته هاي خاص برنج است كه به سبب برخورداري از آنتوسيانين به رنگ قرمز ديده مي شود. اين نوع برنج را به حالت سبوس دار (unhulled) و ندرتاً بحالت برنج سفيد يعني كاملاً پوست گيري شده (hulled) مصرف مي كنند. دانه هاي برنج مذكور داراي پوسته خارجي (husk) قرمز

رنگي هستند درحاليكه ارقام معمولي از پوسته خارجي قهوه اي برخوردارند. برنج قرمز داراي طعم آجيلي است و داراي ارزش غذايي بسيار زيادي مي باشد زيرا جنين پس از مراحل تبديل همچنان بصورت كامل بر روي دانه هاي سبوس دار باقي مي ماند (۹).

برنج قرمز داراي واريته هايي بشرح زير مي باشد :
الف) برنج قرمز را گاهاً بنام "برنج هرز" (weedy rice) مي شناسند كه از عملكرد كمي برخوردار است لذا بعنوان يك علف هرز سمج در مزارع بشمار مي آيد درحاليكه كيفيت بهتري نسبت به ارقام معمولي برنج دارد.
ب) واريته "Rakthashali" كه نسبتاً كمياب است.
پ) واريته تايلندي "Red cargo" كه داراي دانه هاي بلند ولي فاقد خاصيت چسبناكي مي باشد.
ت) واريته "Bhutanese red" كه از نظر طول دانه جزو گروه متوسط بشمار مي آيد و در كشور بوتان زراعت مي گردد. بوتان در منطقه شرق هيماليا واقع است.
ث) واريته "Camargue red" كه جزو انواع جديد برنج محسوب مي گردد و در اراضي مرطوب منطقه "كامارگو" واقع شرق فرانسه بعمل مي آيد.
ج) واريته "Kerala matta" كه آنرا با اسامي مشابهي چون " Rosematta" ، " Palakka dan matta" ، "Kerala red" و "Red parboiled" نيز مي شناسند. برنج مذكور از واريته هاي بومي مرسوم در منطقه "كرالا" واقع در ناحيه جنوب غربي هند و همچنين كشور سريلانكا محسوب مي گردد. اين برنج جهت تهيّه كيك "آپام" (appam) و نوعي صبحانه بنام "آيدلي" (idli) و پودينگ برنج استفاده مي شود.
چ) واريته "wehani rice" كه جزو برنج هاي قهوه اي معطر محسوب مي شود و در اواخر قرن بيستم توسعه يافته است.
ح) واريته "Red yeast rice" كه نوعي برنج تخمير شده با كمك كپك قرمز است و در شرق آسيا پخته مي شود. از اين واريته در داروسازي سنتي چين استفاده مي گردد (۹).

برنج معمولي و برنج قرمز خودگشن هستند لذا امكان بسيار كمي در ايجاد تلاقي با يكديگر دارند. اين مسئله در سال ۲۰۰۲ ميلادي متعاقب جستجو براي ارقام مقاوم برنج در ايالات متحده آمريكا دريافت گرديد. دسته بندي برنج قرمز هيبريد ضمن سال هاي اخير در آمريكا از طريق انگشت نگاره DNA (DNA fingerprinting) انجام گرفته است (۶).

غذاهايي كه با برنج قرمز تهيّه مي شوند عبارتند از :
۱) نوعي غذاي سنتي بنام "Red rice" كه توسط سياه پوستان مناطق جورجيا و كاروليناي جنوبي آمريكا تهيّه مي گردد.
۲) نوعي غذاي بومي بنام "jollof rice" كه در آفريقاي غربي مرسوم است.
۳) نوعي غذاي سنتي ژاپني بنام "Sekihan" كه از مخلوط برنج ولوبيا تهيّه مي گردد (۹).

شناسايي و اندازه گيري رنگدانه برنج رنگي :

اخيراً ميزان مصرف برنج هاي رنگي از جمله برنج سياه و برنج قرمز بواسطه نقش تركيبات غذايي آنها در تأمين سلامتي انسان در برخي از كشورها نظير كره سريعاً افزايش يافته است. "آنتوسيانين ها" (anthocyanins) گروهي از "فلاونوئيدهاي" (flavonoids) قرمز و ارغواني هستند كه بعنوان رنگدانه هاي اوليه در برنج هاي رنگي وجود دارند. "آنتوسيانين ها" از اين نظر براي سلامتي بشر اهميّت دارند كه داراي اثرات مفيد زير مي باشند :
الف) آنتي اكسيدان (antioxidant)
ب) ضد سرطان (anticancer)
پ) كاهش قند خون (hypoglycemic)
ت) ضد التهاب (anti-inflammatory) (۷).

"آنتوسيانين ها" در آزمايشات ميداني (in vivo) نشان داده اند كه داراي اثرات افزايشي (synergic) با انواع عناصر غذايي مي باشند. توليد جهاني "آنتوسيانين ها" از انواع انگورها در حدود ۱۰ هزار تن در سال است. متوسط جذب روزانه "آنتوسيانين ها" تخميناً ۲۱۵ ميلي گرم در تابستان ها و ۱۸۰ ميلي گرم در زمستان ها مي باشند كه مؤيد اهميت آنها در رژيم غذايي انسان هستند لذا ضرورت دارد كه درك عميق تري در مورد خصوصيات و اثربخشي آنها در غذاها و نحوه تغذيه انجام پذيرد. آنتوسيانين هايي كه از برنج هاي رنگي حاصل مي گردند، داراي ثبات بيشتري نسبت به آنتوسيانين هاي حاصل از انگور هستند زيرا برنج ماده غذايي اصلي را در بسياري از كشورهاي آسيايي بدون توجه به فصول سال تشكيل مي دهند. بنابراين پيگمان هاي آنتوسيانين كه در برنج هاي رنگي حضور دارند، نويدبخش اثرات مفيدشان در غذاها هستند (۷).

امروزه از برنج قرمز علاوه بر استفاده مستقيم بعنوان يك ماده غذايي پختني در تهيّه نان، بستني و تعدادي از نوشابه ها (liquor) بهره مي گيرند. آنتوسيانين ها در برخي از لايه هاي خارجي دانه هاي برنج حضور دارند وليكن مي توان بخش هاي سرشار از آنتوسيانين ها را از دانه هاي برنج رنگي جدا ساخت و بعنوان يك تركيب در مواد غذايي بكار گرفت. با وجوديكه پژوهش هاي بسيار زيادي تاكنون در مورد تركيبات آنتوسيانين در ميوه ها و سبزيجات انجام گرفته است امّا اطلاعات چنداني در مورد اينگونه تركيبات برنج هاي رنگي وجود ندارد. مطالعات اوليه نشان مي دهند كه "C3G" يا "سيانيدين-۳-گلوكوزيد" (cyanidin-3-glucoside) اصلي ترين تركيب آنتوسيانين در برنج سياه است امّا تركيبات جزئي ديگري نظير : "مالويدين-۳-گلوكوزيد" (malvidin-3-glucoside) و "pt3G" يا "پيونيدين-۳-گلوكوزيد" (peonidin-3-glucoside) را نيز شامل مي شوند (۷).

اخيراً برنج سياه را آناليز نموده اند و نتايج بيانگر اينكه حاوي مجموعه وسيعي از آنتوسيانين ها مي باشد بطوريكه "C3G" در ميان ۱۰واريته برنج سياه بررسي شده با مقدار ۴۷۰ ميلي گرم در ۱۰۰ گرم از غالبيت برخوردار بوده درحاليكه "pt3G" با مقدار ۴۰ ميلي گرم در ۱۰۰ گرم دومين رتبه را احراز نموده است. نتايج همچنين نشان مي دهند كه تفاوت هاي قابل توجهي در مقدار آنتوسيانين و تركيباتش در دانه هاي برنج رنگي وجود دارند بنابراين پتانسيل يك ماده غذايي رنگساز را دارند. مطالعات اخير به شناسايي تركيبات و

خصوصيات آنتوسيانين ها در واريته هاي مختلف برنج رنگي كمك نموده است تا بدين ترتيب بر نقش آنها در تغذيه سالم انسان افزوده گردد. تلاش موفقيت آميز در راستاي پذيرش ارقام رنگي برنج توسط مصرف كنندگان بعنوان بخشي از رژيم غذايي روزانه مي تواند به توسعه كاشت اينگونه محصولات و نهايتاً افزايش تندرستي مصرف كنندگان بينجامد (۷).

براي شناسايي آنتوسيانين ها از شيوه هاي زير استفاده مي گردد :

الف) طيف نمايي (spectroscopic)

ب) كروماتوگرافي مايع با كارآمدي بالا (HPLC)

پ)" اسپكترومتر" جذب امواج "اولترا ويولت" و امواج مرئي (UV-vis)

ت) كروماتوگرافي كاغذي

ث) كروماتوگرافي مايع همراه با "اسپكترومتري" توده اي (LC-MS).

استخراج الكلي-اسيدي (acidic methanol) برنج وحشي و برنج سياه نشان دهنده حضور مخلوطي از ۳ نوع پيگمان مختلف مبتني بر خصوصيات "UV-vis/MS" بوده اند درحاليكه هيچگونه پيگماني از اين طريق از برنج قرمز حاصل نگرديد (۷).

برنج رنگي ؛ باززايي آلي :

ارقام مختلف برنج هاي بومي و قديمي (heirloom rice) از جمله برنج قرمز همچنان در بخش هاي دور افتاده اي از قاره آسيا نظير: بوتان، بنگال و نواحي كوهستاني فيليپين كشت مي گردند. برنج قرمز (red rice) از جنبه هايي نظير : مزه ، بافت و ارزش غذايي در آمريكا و اروپا كم نظير و خارق العاده شمرده مي شود و خواستاران بسياري دارد. برنج قرمز داراي طعمي آجيلي (nutty) يا خاكي است و از ويژگي جويدني (chewing) بيشتري در قياس با برنج هاي سفيد معمولي برخوردار مي باشد. دانه هاي برنج قرمز از رنگ سرخ متمايل به حنايي بهره مي برند. برنج قرمز را نبايد با برنج هاي قهوه اي اشتباه گرفت درحاليكه ظاهراً بسيار به همديگر شباهت دارند. برنج قهوه اي (brown rice) در حقيقت از برنج هاي معمولي شمرده مي شود كه تمامي مراحل تبديل شلتوك به برنج سفيد را طي ننموده است لذا تمامي برنج هاي سفيد نظير : برنج هاي دانه بلند ، چسبناك و دانه كوتاه مي توانند در مراحل اوليه فرآيند تبديل جزو برنج قهوه اي محسوب گردند (۱).

برنج قرمز بسان برنج هاي وحشي و انواع برنج آپلند حائز محبوبيت خاصي در بين خريداران هستند زيرا غالباً در مناطق كوهستاني و بحالت ارگانيك پرورش مي يابند و اينگونه مناطق بوفور در بخش هاي شمال و جنوب فيليپين يافت مي گردند. در استان "كالينگا" كشور فيليپين نوعي برنج آپلند بنام "اونوي" (unoy) در مزارع تراس بندي پرورش مي يابد. نياز آبي اينگونه شاليزارها كاملاً متكي به نزولات آسماني (rainfed) است. اين نوع برنج كاملاً بصورت ارگانيك حاصل مي آيد زيرا در پرورش آنها بهيچوجه به كاربرد كودهاي شيميايي و آفتكش ها اقدام نمي گردد لذا طرفداران محيط زيست پرورش آنرا دوستدار محيط زيست عنوان كرده اند. برنج "اونوي" با دست برداشت مي شود و با حرارت مستقيم خورشيد خشك مي گردد سپس با وسايل ابتدايي به برنج سفيد تبديل مي شود (۱).

رقم قرمز برنج "اونوي" را در جشن ها و فستيوال ها به پيشگاه قديسان مذهبي از جمله "Kabunyan" تقديم مي دارند. زارعين منطقه "كالينگا" در هر سال ۲ دفعه اقدام به كاشت و برداشت برنج "اونوي" با راندمان ۳ تن در هكتار مي نمايند. برنج هاي نواحي دشت را در دسامبر ولي برنج هاي نواحي آپلند در ماه مه برداشت مي شوند. در فيليپين بيش از ۶۰ واريته برنج "اونوي" وجود داشته اند وليكن به سبب رواج تدريجي برنج هاي هيبريد در مناطق مزبور فقط ۸ واريته از برنج هاي "اونوي" در مناطق دوردست پرورش مي يابند و آنها نيز غالباً براي مصارف خانوادگي و در قالب كشاورزي معيشتي زراعت مي گردند درحاليكه اكثر مسئولين حكومتي فيليپين بر پتانسيل ارقام "اونوي" براي صادرات تأكيد مي ورزند. البته صادرات محدود اين رقم در سال هاي اخير به ايالت "مونتانا" آمريكا آغاز شده است (۱).

پژوهش ها نشان مي دهند كه ارقام قرمز "اونوي" داراي ۱۶ درصد پروتئين هستند. داشتن متوسط عمر ۹۰ سال در بين ساكنين ناحيه "كالينگا" فيليپين نشاندهنده خاصيت احتمالي برنج "اونوي" در تأخير سالخوردگي است. انواعي از برنج هاي وحشي در مناطق جنوبي "Luzon" فيليپين يافت مي گردند كه به برنج ممنوعه (forbidden rice) معروفند. اين نوع برنج غالباً در نواحي كوهستاني پرورش مي يابند. اخيراً مقدار توليد برنج ممنوعه را در طي دو فصل كاشت حدوداً ۷۰-۴۰ تن در سال تخمين مي زنند. بيشترين سطح زير كشت برنج ممنوعه در ناحيه "Bicol" كشور فيليپين وجود دارد. اين نوع برنج قرمز تاكنون فقط در كشور فيليپين گزارش شده است. مهمترين واريته هاي برنج رنگي كه در ناحيه "Luzon" كاشته مي شوند عبارتند از :

الف) واريته "Kanoros" داراي رنگ قهوه اي روشن

ب) واريته "Mimis" از ارقام برنج "اونوي" با رنگ قرمز تيره

پ) واريته هاي "Inowayan" و "Unoy Malagkit" از ارقام سياه رنگ برنج "اونوي" (۱).

رنگ كردن دانه هاي برنج :

--- برنج هاي رنگي از پُر طرفدارترين مواد خامي هستند كه در مهد كودك ها براي كودكان مصرف مي شوند و كودكان نيز در تهيّه آنها با اشتياق مشاركت مي جويند. براي اين منظور از سه روش استفاده مي شود :

۱) شيوه آب و رنگ هاي غذايي

۲) شيوه سركه يا مايع دستشويي و رنگ هاي غذايي .

۳) شيوه الكل طبي و رنگ هاي غذايي .

رنگ كردن دانه هاي برنج مي توانند نوعي تفنن و يا يك وسيله سرگرمي براي نوباوگان و كودكان محسوب شود(۱۱).

شيوه آب و رنگ هاي غذايي :
از اين روش براي رنگ كردن برنج و ماكاروني بمنظور تهيه يك خوراكي تفنني و يا سرگرمي استفاده مي كنند. براي اين منظور ابتدا يك قاشق چايخوري آب را در يك پاكت فريزر بريزيد سپس رنگ غذايي را با دقت به آب اضافه نمائيد. دانه هاي برنج يا رشته هاي ماكاروني را به داخل محلول رنگي اضافه نمائيد. دهانه پاكت را محكم ببنديد يا گره بزنيد سپس آنرا بنحوي تكان بدهيد كه دانه هاي برنج يا ماكاروني در مايع رنگي غوطه ور گردند و كاملاً رنگي شوند.
دانه هاي رنگ شده را بر روي يك صفحه كاغذ مومي كه روي سيني قرار دارد، بچينيد. براي اين منظور مي توان از بشقاب هاي كاغذي نيز بهره گيريد. در هنگام پخشاندن دانه هاي رنگ شده بر سطح كاغذ جهت خشك شدن بايد از هر گونه تجميع و توده شدن دانه ها ممانعت ورزيد و اجازه بدهيد تا دانه هاي رنگ شده قبل از هر استفاده اي براي حدود ۳۰ دقيقه بخوبي خشك شوند (۱۱).

شيوه سركه يا مايع دستشويي و رنگ هاي غذايي :
از اين روش غالباً فقط براي سرگرمي استفاده مي گردد و كاربرد غذايي كمتري دارد. بكارگيري سركه و يا مايع دستشويي (hand sanitizer) سبب مي گردد كه جذب رنگ توسط دانه هاي برنج بخوبي انجام پذيرد. براي اين منظور ابتدا بميزان دو قاشق غذاخوري از سركه يا مايع دستشويي درون يك پاكت فريزر يا پاكت مشابهي با قابليت بسته شدن دهانه بريزيد. مقدار كافي از رنگ هاي غذايي به آن اضافه كنيد. مقداري دانه برنج يا ماكاروني بداخل آن بريزيد. پاكت را محكم ببنديد يا گره بزنيد سپس محموله اش را به آرامي و ملايمت بهم بماليد تا بخوبي رنگي شوند. محتويات پاكت را بر روي حوله كاغذي و بر سطح يك سيني يا بشقاب مسطح پهن كنيد. آنها را براي اينكه بخوبي خشك شوند، لااقل براي ۲ ساعت به همان صورت باقي بگذاريد سپس مي توانيد دانه هاي رنگ شده را براي انجام كارهاي تزئيني بكار گيريد. از غده چغندر لبويي براي ايجاد رنگ قرمز تا صورتي و از اسفناج براي ايجاد رنگ سبز مي توان استفاده نمود (۱۱).

شيوه الكل طبي و رنگ هاي غذايي :

در اين روش از الكل طبي (rubbing alcohol) استفاده مي شود. الكل طبي مايعي حاوي الكل و آب است كه براي پاك كردن پوست و زخم ها بكار مي رود و از ۷۰ درصد اتانول تقليبي يا "ايزوپروپانول" تشكيل يافته است. از الكل بدين دليل استفاده مي گردد كه برنج خشك بدينطريق سريعتر رنگ مي شود. براي اين منظور ابتدا يك ظرف شيشه اي انتخاب مي گردد و ۲ قاشق چايخوري الكل طبي و مقداري رنگ غذايي در آن مي ريزند. براي رنگ آميزي مي توان از ژل رنگي يا رنگ هاي مايع معمولي نيز بهره گرفت. بعلاوه از رنگ هاي طبيعي و حتي پوره چغندر لبويي مي توان براي اين منظور استفاده نمود و رنگ مطلوب را ايجاد كرد. متعاقباً يك فنجان برنج خشك را در داخل شيشه حاوي الكل مي ريزند و پس از بستن درب ظرف به تكان دادن آن اقدام مي كنند و اين كار را تا رنگ گرفتن تمامي دانههاي برنج ادامه مي دهند آنگاه سطح يك ماهي تابه پهن يا سيني را با حوله كاغذي مي پوشانند و برنج هاي رنگ شده را بر سطح آن پخش مي كنند و تا زمان خشك شدن به همان حالت باقي مي گذارند. براي رنگ آميزي دانه هاي برنج مي توان از چندين رنگ نيز استفاده نمود سپس در خاتمه براي خلق مجموعه اي رنگارنگ به آميختن دانه هاي رنگ شده مبادرت ورزيد و يا آنها را بصورت لايه هايي مشابه رنگين كمان در كنار همديگر قرار داد (۸).

وسائل مورد نياز براي رنگ آميزي دانه هاي برنج يا ماكاروني عبارتند از :

الف) نصف فنجان برنج يا ماكاروني خام

ب) ۶-۴ قطره رنگ خوراكي

پ) كاغذ مومي يا حوله كاغذي

ت) بشقاب كاغذي يا ورقه هاي قنادي

ث) يك قاشق چايخوري آب، سركه ، الكل طبي يا مايع دستشويي

ج) پاكت فريزر مرغوب

چ) بشقاب پهن يا سيني (۴،۱۱).

بايد توجه داشت كه همه مردم از تنوّع رنگ ها مشابه رنگين كمان مسرور مي گردند لذا ايجاد طيفي از برنج هاي رنگي مي تواند بر شادي و شور زندگي بيفزايد. دانه هاي برنج نبايد به مدت زياد در محلول رنگي باقي بمانند زيرا خيسانده و نرم مي گردند. سركه به پخشاندن و تثبيت رنگ بر روي دانه هاي برنج كمك مي كند. در صورتيكه تمامي دانه ها بخوبي رنگ نگرفته باشند، بايد نسبت به افزودن مقدار بيشتري از رنگ يا سركه اقدام نمائيد وليكن مراقب باشيد كه اضافه كردن رنگ مازاد باعث تيرگي دانه هاي برنج خواهد شد. ضمناً سركه تا حدودي مي تواند از رشد كپك ها بر سطح دانه هاي برنج رنگ شده جلوگيري نمايد وليكن اگر دانه هاي مذكور بخوبي خشك نشوند، بهر حال دچار كپك زدگي مي شوند. همچنين برنج هايي كه به كمك سركه رنگ آميزي شده اند پس از پختن نيز طعم آنرا خواهند داشت. دانه هاي برنج رنگ شده را پس از خشك شدن در ظروف قابل درب بندي نگهداري مي كنند تا دچار كپك زدگي و فساد نگردند (٣).

عرضه تجاري برنج هاي رنگي :

تايوان از سال ۲۰۱۳ ميلادي به عرضه برنج هاي رنگي در فروشگاه هاي مواد غذايي اقدام نموده است. اينگونه برنج ها را به رنگ هاي صورتي، سبز، زرد و ارغواني ملوّن ساخته و بصورت تك رنگ يا رنگين كماني عرضه مي دارند. رنگ هايي كه براي اين منظور استفاده مي شوند، تماماً از رنگ هاي غذايي و طبيعي هستند و بهيچوجه از رنگ هاي شيميايي بهره نمي گيرند.

منابع اينگونه رنگ ها عبارتند از :

الف) رنگ زرد را از "زرد چوبه" (curcumin) استخراج مي كنند كه بعنوان نوعي گياه داروئي در تهيّه انواع ادويه ها از جمله ادويه "كاري" (curry) كاربرد دارد. اين رنگ طبيعي در حقيقت نوعي آنتي اكسيدان قوي است كه نقش بارزي در جلوگيري از بيماري سرطان ايفاء مي نمايد.

ب) رنگ سبز را از كدو قلياني (gourd) فراهم مي سازند.

پ) رنگ صورتي را از گوجه فرنگي تهيّه مي كنند.

ت) رنگ ارغواني را از برخي سبزيجات مهيا مي نمايند.

بدينگونه برنج هاي رنگ شده داراي تركيبات مفيد ديگري علاوه بر تركيبات عادي خواهند شد. تجار تايواني در صدد تدارك ۱۴ رنگ غذايي متفاوت براي رنگ آميزي برنج ها مي باشند تا بدينگونه ضمن گسترش بازاريابي بر ارزش غذايي و تجاري برنج ها بيفزايند (۲).

منابع و مآخذ :

1) A B W – 2009 – Rice : organic renaissance – http://www.agribusinessweek.com
2) A P B N – 2005 – New colored rice in the market – http://www.asiabiotech.com ; A P B N , Vol 9 , No 13
3) Asia Citro – 2014 – The best way to color rice : a comparison of two methods – http://www.funathomewithkids.com
4) ehow – 2013 – How to color rice for preschoolers – http://www.ehow.com
5) IEE EXplore – 2011 – Classification of rice varieties ; using optimal color and texture – http://ieeexplore.ieee.org
6) Gealy , David.R – 2010 – Identifying and classifying potential red rice hybride from farm field through DNA fingerprinting – USDA
7) Kim , Min-Kyoung & et al – 2008 – Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice – Nutrition Research and Practice ; http://www.e-nrp.org
8) Tammy & Parker – 2011 – How to color rice for learning and crafts – http://www.prayingforparker.com
9) Wikipedia – 2014 – Red rice – http://en.wikipedia.org
10) Wikipedia – 2012 – Black rice – http://en.wikipedia.org
11) wikihow – 2011 – How to create colored rice or pasta – http://www.wikihow.com
12) http://www.merriam-webster.com/dictionary
13) http://farsilookup.com

"باغ های ژاپنی" ؛
"Japanese gardens"

مقدّمه :

باغ های سنتی ژاپن از مهمترین اجزاء فرهنگ و هنر آن کشور محسوب می گردند. این باغ ها در انواع و سبک های مختلفی ساخته می شوند. هر نوع از باغ های ژاپنی حائز زیبایی ویژه ای است و خواستاران بیشماری در ژاپن و سراسر جهان دارد. باغ های ژاپنی قدیمی در گسترۀ آن کشور پراکنده اند امّا بیشترین تعدادشان در شهرهای "کیوتو" و "توکیو" واقع هستند.

شهر "کیوتو" دارای معابد و زیارتگاه های تاریخی بسیاری است که غالباً مزین به باغ های ژاپنی زیبا و مفتون کننده ای می باشند. این باغ ها حائز مناظر بدیعی هستند که در چهار فصل سال تغییر می نمایند، بگونه ای که بازدیدکنندگان هیچگاه برگ های ملوّن درختان در پائیز و شکوفه های گیلاس ژاپنی (sakura) را در بهار فراموش نخواهند کرد.

تدارک باغ های ژاپنی بهیچوجه ساده و آسان نیست بلکه نیازمند زمان نسبتاً طولانی برای احداث بناء و رشد طبیعی درختان ، درختچه ها و بوته های زینتی می باشد (۴).

بسیاری از باغ های ژاپنی را بر اساس موقعیت اراضی طراحی می کنند آنچنانکه ساختار باغ های : خانگی ، بودائی ، پیاده روی ، میعادگاهی ، تفرّجی و صرف چای با یکدیگر متفاوتند (۶).

برخی معتقدند که باغ های ژاپنی با الهام از باغ های سنتی چین شکل گرفته اند ، اگر چه ممکن است از آنها زیباتر و دلپذیرتر باشند.

برخی از انواع باغ های ژاپنی بجای آب دارای اجزایی چون شن ها و سنگریزه ها هستند که سَمبل و نماد رودخانه ها و دریاچه ها می باشند. آنها همچنین مشتمل بر تخته سنگ هایی هستند که سَمبل کوهستان ها و جایگاه خدایان محسوب می گردند (۴).

تاریخچه باغ های ژاپنی :

باغ های ژاپنی که امروزه در سرزمین آفتاب تابان یافت می گردند ، در واقع طی سال های اخیر احداث نشده اند بلکه آنها میراث قرون پیشین می باشند ، گواینکه همچنان بخوبی آن ایام می درخشند. بسیاری از باغ های ژاپنی قدیمی تاکنون تخریب گردیده و بسیاری از آنها نیز توسط هنرمندان ژاپنی به سبک جدید نوسازی شده اند.

نوشته های تاریخی حاکی از آن هستند که گروه بزرگی از بازرگانان ژاپنی در طی سال های ۷۱۰-۵۳۸ میلادی موسوم به دوره "اوزاکا" (Asuka period) از کشور همسایه (چین) بازدید داشتند لذا تحت تأثیر هنرهای چینی هم عصرشان قرار گرفتند. مراودات بین ژاپن و چین ضمن سال های ۸۳۸-۶۳۰ میلادی با

گسیل راهبان بودائی ، پژوهشگران ، دیپلمات ها ، دانشجویان و مترجمان به کشورهای یکدیگر شدت بیشتری یافت (۴).

بطور کلی باغ های ژاپنی که در طی دوره های موسوم به : " اوزاکا" (Asuka) ، "نارا" (Nara) ، "حیّان" (Heian) ، "موراماچی- کاماکورا" (Muromachi-Kamakura) ، "مامویاما" (Momoyama) ، "اِدو" (Edo) ، "میجی" (Meiji) و همچنین عصر حاضر احداث شده اند ، دارای تفاوت هایی با همدیگر هستند. امروزه اکثریت باغ های ژاپنی دوره های "ازوکا" و "نارا" نابود شده اند و مردم ژاپن فقط تصوّراتی از آنها از طریق تماشای نقاشی های بجامانده دارند (۴).

اولین باغ های ژاپنی در دوره های تاریخی "اوزاکا" (۵۹۳-۷۱۰ میلادی) و "نارا" (۷۱۰-۷۹۴ میلادی) شکل گرفته اند. در آن دوران ها خاندان های امپراطوری پُر قدرتی بر ژاپن حکومت می کردند که به ایجاد الگوهایی از : سواحل دریاها ، تالاب ها ، جزایر ، رودخانه ها و جنگل ها در اطراف اقامتگاه هایشان علاقمند بودند. آن اوان همچنین مصادف با معرفی دین بودائی توسط مهاجرین چینی و ساکنین شبه جزیره کره به ژاپن بود بطوریکه تأثیرات گسترده ای بر نحوه احداث باغ های ژاپنی از جمله بکارگیری تخته سنگ ها و پُل ها شد که در چین آن زمان بوفور مرسوم بوده است (۵).

نوعی از باغات ژاپنی موسوم به "باغ بهشت" (paradise garden) از دوره "حیان" (۱۱۸۵-۷۹۴ میلادی) ظهور یافت که تکنیک های احداث آن در کتابی قدیمی موسوم به "The sakuteiki" به تفصیل درج گردیده است (۴).

مذهب بودائی (Zen Buddhism) در طی دوره های "کاماکورا" و "موراماچی" (۱۱۸۵-۱۵۷۳ میلادی) ظهور و گسترش یافت و در نتیجه منجر به احداث انواعی از باغ های ژاپنی در اطراف معابد بودائی موسوم به باغ های ژاپنی سبک بودائی (Zen style) شد.
از طرفی در طی دوره "مامویاما" (۱۵۸۶-۱۶۰۰ میلادی) نوعی از باغ های زیبای ژاپنی موسوم به "باغ چای" (Tea garden) معرفی شد که وسیعاً مورد استقبال طبقه اشراف قرار گرفت.
در ضمن دوره "اِدو" (۱۶۱۶-۱۸۶۷ میلادی) نیز باغ های بودائی صخره ای (rock zen) ابداع گردیدند ، که نسبت به باغ های دوره های "کاماکورا" و "ماروماچی" بسیار بزرگتر بودند (۴).

مشهورترین باغ های ژاپنی که در عصر "میجی" (۱۸۶۸-۱۹۱۲ میلادی) احداث شدند ، تحت قیمومیّت تجار عمده و سیاستمداران آن زمان ژاپن قرار داشتند.
آن تعداد از باغ های ژاپنی که در عصر حاضر (قرن ۲۱ میلادی) مشاهده می شوند ، عمدتاً باغ هایی هستند که با سبک های مدرن و تکنولوژی های پیشرفته عجین گردیده اند (۴).

عناصر اصلی سازنده باغ های ژاپنی :

اجزاء و عناصر ساختاری باغ های ژاپنی که هر کدام مبین بخش کوچکی از پدیده های طبیعی هستند عبارت از :

آب ، شن ، سنگریزه ، سنگ ، صخره ، جزیره ، تپه ، چایخانه ، پل ، جویبار ، ماهی ها ، مسیر پیاده روی ، فانوس های سنگی ، لوله کشی آب با ساقه های بامبو ، خزه ، گل ها ، تالاب ، درختان ، مجسمه ها ، دروازه ها ، حوضچه های آب ، پرچین ها و سازه های معماری می باشند.

هر کدام از اجزاء مذکور بعنوان سَمبل پدیده ای خاص محسوب می شوند و دارای معانی ویژه ای هستند.

حضور آب یا تالاب بجز در باغات سبک بودائی بنظر می رسد که جزو عناصر اصلی باغ های ژاپنی باشد درحالیکه حضور شن ، سنگریزه ، آب ، مه و پاکیزگی از ضروریات باغ های سبک بودائی و صخره ای بشمار می روند.

پُل های ژاپنی که در اینگونه باغ ها مشاهده می شوند، بازگو کننده احساسات هنرمندان ژاپن می باشند.

تالاب ها نمایانگر اقیانوس یا دریا هستند درحالیکه ماهی ها فقط بخشی از عناصر دکوری باغ محسوب می گردند.

هر فانوس سنگی (stone lantern) مبین چهار عنصر طبیعت یعنی : آتش ، آب ، خاک و باد است.

بطور کلی عناصری که بعنوان دکور در ساختار باغ های ژاپنی بکار می روند ، باید بگونه ای باشند که بر جنبه ترسناکی محیط باغ بیفزایند (۴).

باغ های ژاپنی از ۷ عنصر اصلی زیر ساخته می شوند :

۱) تخته سنگ ها (rocks) :

از تخته سنگ ها عملاً برای موارد زیر در ساختار باغ های ژاپنی استفاده می گردد :

۱-۱- حصار (fence)

۱-۲- دیوار حفاظتی (retaining walls)

۱-۳- مسیر عبور (paths) (۳).

طراحان باغ های ژاپنی از تخته سنگ ها به ۴ منظور بهره می گیرند :

الف) همزادگرایی (animistic) :

در مذهب بودایی تصوّر می رود که تخته سنگ ها دارای جوهره خدایی و قدرت های ماوراء طبیعی هستند لذا از تخته سنگ ها طی دوره های اخیر بعنوان "صخره روح و روان" (spirit rock) و بسان جزئی از ساختار باغ ها و پارک ها بهره جسته اند.

ب) باورهای مذهبی (religious imagery) :

کوه ها جزو عناصر مقدس دین بودایی محسوب می شوند.

پ) رسوم نگارگری :

صخره ها را می توان در تقلید از کوه ها ، پل ها و قایق ها نگارگری نمود.

ت) عنصر پیکره سازی :

برخی از تخته سنگ ها مشابه پدیده های طبیعی هستند. بعلاوه تخته سنگ ها را می توان به شکل حیوانات و اشیاء تراشید (۳).

۲) شن های سفید (white sand) :
شن های سفید در حقیقت ترکیبات گرانیتی فلدسپار سفید ، کوآرتز خاکستری و میکای سیاه هستند که در فرهنگ ژاپن دارای معانی یکسان با : باران ، رودها ، آبشارها ، دریاچه ها و اقیانوس ها می باشند. اینگونه شن ها را پس از جمع آوری در ساختار باغ های ژاپنی بویژه در سبک بودایی (zen) بکار می برند تا مؤید حرکت امواج دریا و جریان رودها باشند (۳).
باغ های ژاپنی را بعنوان مکان هایی صلح آمیز طراحی نموده اند و در حقیقت چنین ایده ای از افکار راهبان بودائی نشئات گرفته است. آموزه های دین بودا بدینگونه در افکار راهبان تجلی می یافت که از شن ها و سنگریزه ها برای القاء آرامش در دکوراسیون باغ های ژاپنی بهره گیرند. راهبان معتقد بودند که دو عنصر مذکور با حضور آب می توانند آرامش و صلح را جلوه گر سازند (۴).

۳) آب (water) :
تغییر حالت های طبیعی آب نظیر : روان شدن آب از کوه ها در بهار ، تجمع آب در درّه ها و ساکن شدن آب ها در دریاها و اقیانوس ها در مذهب بودایی بنوعی استعاره ای از وجودیت انسان ها نظیر : تولد ، رشد ، مرگ و تولد دوباره شمرده می شوند.
آب همچنین نعمتی محسوب می گردد که از فراز آسمان می تواند بر همه جا حتی زمین های محصور و ممنوعه ببارد و باعث رشد گیاهان شود (۳).

۴) رستنی ها (planting) :

رستنی ها می توانند شامل : درختان سایه دار ، گل های زینتی و حصارهای سبز باشند. مهمترین رستنی هایی که در باغ های ژاپنی پرورش می یابند عبارتند از :

۴-۱- سوزنی برگ ها (pines) :

گیاهان سوزنی برگ جزو نباتات همیشه سبز محسوب می شوند ولیکن نیازمند مراقبت ویژه ای از جمله هرس بموقع و مناسب هستند تا به اشکال و اندازه های مطلوب در آیند.

۴-۲- بامبو (bamboo) :

از گیاه بامبو معمولاً بعنوان حصار سبز در ساختار باغ های ژاپنی بهره می گیرند. آنها دارای ساقه های توخالی و قابل ارتجاع هستند.

۴-۳- درختان آلو و گیلاس (plum & cherry) :

درختان آلو را اغلب با هرس شدید بصورت تنه ای قطور با شاخه های ظریف و جوان در می آورند تا نماد جوانی و طراوت باشند درحالیکه درختان گیلاس اجازه می یابند که بطور کامل رشد کنند تا نمادی از پژمردگی و زوال تدریجی موجودات زنده باشند (۳).

۵) پل ها (bridges) :

پل ها علاوه بر اینکه جزئی از باغ های ژاپنی هستند ، با رنگ های گوناگون خویش باعث جلوه ای شگرف در محیط می گردند. پل ها فقط یک ارتباط دهندهٔ فیزیکی نیستند ، بلکه موجب اتصال دو دنیای انسانی و خدایی می شوند و بدین ترتیب انسان را قادر می سازند تا از یک دنیای کوچکتر به دنیای بزرگتری گام بر دارند.

انواع پل هایی که در ساختار باغ های ژاپنی بکار می روند عبارتند از :

۵-۱- پل های خمیده (curved) :

پل های خمیده در باغ های ژاپنی بیانگر امکان عبور انسان از عالم ناسوت (زمین) به عالم لاهوت (بهشت) هستند.

۵-۲- پل های سنگی مسطح (stone-slab) :

اینگونه پل ها را در معابد بودائی بر روی رودخانه های خشک حاوی شن جهت ایجاد چشم اندازهای طبیعی دلپذیر احداث می کنند.

۵-۳- پل های چوب جلادار قرمز (red lacquered wooden) :

پل های سبک چینی نماد تفکر انسان ها برای درک حقایق زندگی هستند (۳).

۶) پیکره های زینتی (sculptural ornamentals) :
پیکره های (مجسمه ها) زینتی غالباً در باغ های ژاپنی استفاده می شوند امّا عناصر حجمی دیگری چون : فانوس ها ، گنبدها ، زیارتگاه ها ، تخته سنگ ها ، سوزنی برگ ها و بوته هایی که با کمک هرس به اشکال مختلفی در می آیند، بیانگر تفکرات معنوی طراحان باغ های ژاپنی هستند (۳).

۷) دیوارها و حصارها (walls & fences) :
از دیوارها و حصارها معمولاً برای محصور کردن و قسمت بندی گسترهٔ باغ های ژاپنی استفاده می گردد. از حصارهای چوبی بعنوان محافظی در برابر پدیده های آب و هوایی سود می جویند تا به کنترل مناظر طبیعی کمک نمایند. پرچین ها و حصارهایی که از ۲۵ نوع بامبوی مختلف و انواع چوب ها فراهم می آیند ، در ترکیب با حصارهای سنگی ، سیمانی و آجری می توانند بسیار چشم نواز باشند (۳).

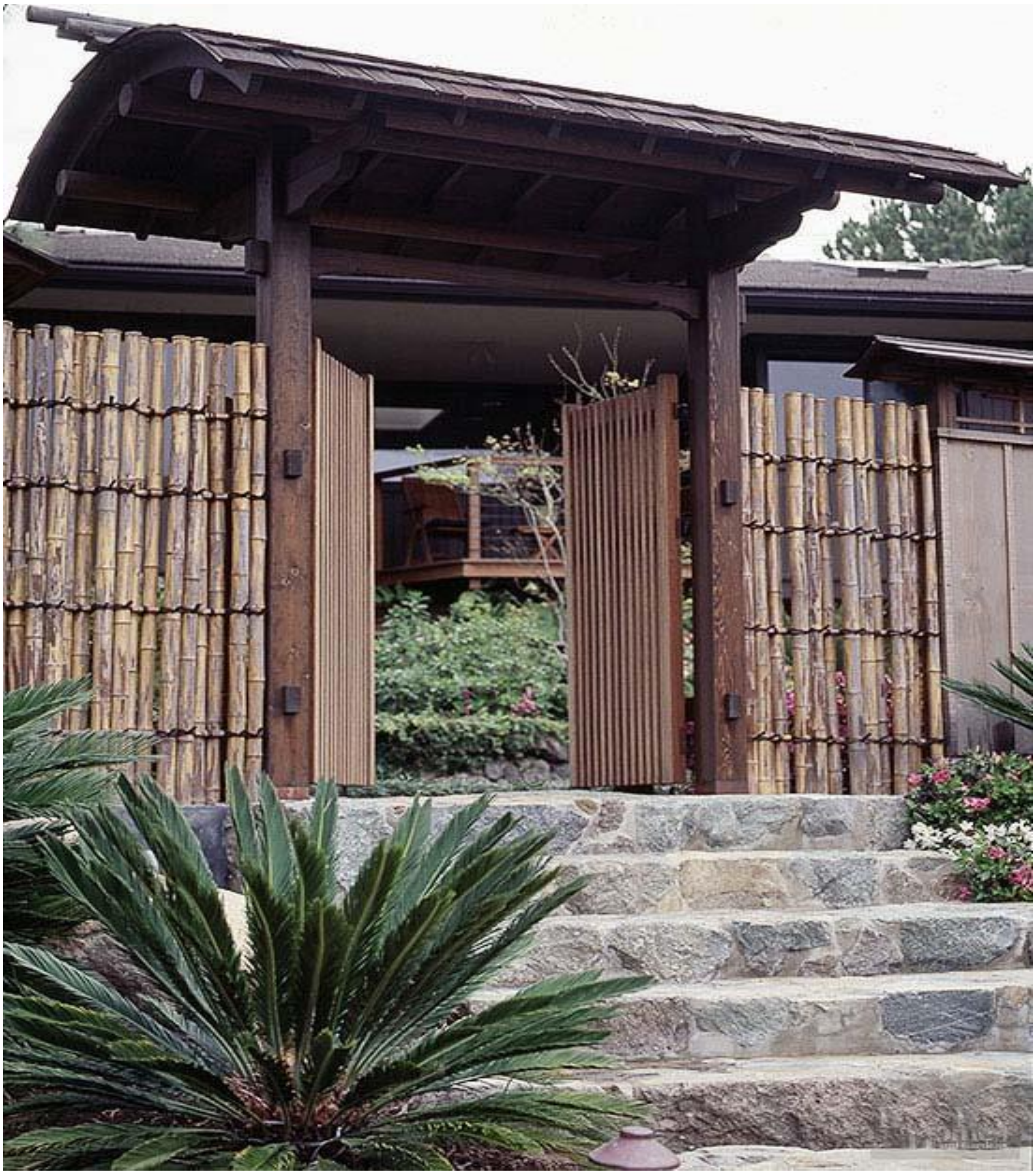
اصول و مبانی ساخت باغ های ژاپنی :

در طراحی و ساخت باغ های ژاپنی از ۳ اصل اساسی به شرح ذیل پیروی می گردد :

۱) کاهش مقیاس ها (reduced scale)

۲) بکارگیری نمادها (symbolization)

۳) اقتباس از مناظر (borrowed views) (۵).



کوه ها و رودخانه ها از جمله پدیده های طبیعی هستند که در اندازه های مینیاتوری و در مساحتی محدود در باغ های ژاپنی به همدیگر می پیوندند و می توانند صحنه هایی ایده آل از روستاهای کوهستانی را متبادر سازند.
بکارگیری شن های سفید در حاشیه برکه ها جلوه ای از سواحل دریاچه ها و بستر رودخانه ها را به نمایش می گذارد.
ژاپنی های قدیم باور داشتند، اغلب مکان هایی که با تخته سنگ ها احاطه گردیده اند ، زیستگاه های خدایان محسوب هستند لذا به آن مکان ها اصطلاحاً "مرزهای آسمانی" (amatsu iwasaka) یا "سکوی آسمانی" (amatsu iwakura) می گفتند و مورد احترام قرار می دادند.
در باغ های ژاپنی همچنین از کاشت متراکم درختان به مثابه "پرچین خدایان" (himorogi) ، خاکریزها ، خندق ها و جویبارها بعنوان "حصار آبی" (mizugaki) با هدف حراست از خاک مقدس بهره می جویند(۵).

انواع عمومی باغ های ژاپنی :

باغ های ژاپنی را بطور کلی در ۲ نوع عمومی قرار می دهند :
۱) باغ های تپه ای (hill garden) موسوم به "تسوکی یاما" (Tsukiyama) که مشتمل بر مجموعه ای از تپه ها و تالاب ها هستند.
۲) باغ های مسطح (flat garden) موسوم به "هیرانیوا" (hiraniwa) که عاری از تالاب ها و تپه ها می باشند (۵).

سبک های خاص باغ های ژاپنی :

باغ های ژاپنی دارای سبک های مختلفی هستند که مهمترین آنها به شرح ذیل می باشند :

۱) باغ ژاپنی سبک بودایی (Boddhism garden) :

باغ ژاپنی سبک بودائی موسوم به "زن سیکت" (Zen sect) است. مورخان معتقدند که دوره "کاماکورا" (۱۱۸۵-۱۳۳۳ میلادی) مصادف با ظهور جنگاوران و ورود روحانیون بودائی از کشور چین به ژاپن بود و این موضوعات تأثیرات شگرفی بر افکار و فرهنگ ژاپنی ها از جمله ساختار اماکن ، بازارها و باغ های ژاپنی گذاشتند. تا پیش از این دوره معمولاً باغ ها را فقط در حیاط خانه های ثروتمندان می ساختند امّا متعاقباً به ایجاد باغ های وسیعتر در جوار کاخ ها نیز پرداخته شد.

دوره "مارو ماچی" (۱۳۳۳-۱۵۶۸ میلادی) در حقیقت دورهٔ شکوفائی احداث باغ های ژاپنی بود و اشخاصی موسوم به "باغ سازان" (zenzui kawaramono) در این امور به مرحله خبرگی و ورزیدگی رسیده بودند.

در باغ های سبک بودائی از : کوه ، جویبار ، سواحل شنی ، تخته سنگ ها و آبشارها بهره می جستند که از نمونه های بارز اینگونه باغ ها می توان به : "Ryoanji" و "Daitokuji" در "کیوتو" اشاره نمود(۵).

۲) باغ ژاپنی سبک "باغ صخره ای/بودائی/خشک" (Rock/Dry/Zen Garden):

این نوع از باغ های ژاپنی موسوم به "کارساسوئی" (Karesasui) می باشد که روح گرائی مذهب بودا را تجلی می بخشد.

باغ "کارساسوئی" توسط یک راهب بودائی بنام "Muso soseki" در دوره های "کاماکورا- موراماچی" ابداع گردید. وی بجای استفاده از آب به بکارگیری شن و سنگریزه برای الهام بخشی رودخانه و دریا همّت گماشت و بدینگونه حالت صلح آمیز و حیرت آور فضای زیبای باغ های ژاپنی را تحقق بخشید.

از عناصر اصلی ساختار چنین باغ هایی آن است که از تخته سنگ ها در شکل ها و اندازه های مختلف استفاده می گردد و آنگاه انواع درختچه ها و بوته ها در جوارشان غرس می شوند.
بعلاوه از تکنیک های مختلفی در طراحی باغ های سبک بودائی استفاده می کنند. باغ های سبک بودائی موجب تدارک فضا و اتمسفر کافی برای اجرای مراسم مراقبه (meditation) و حرکات یوگا هستند. افراد علاقمند برای اجرای این موارد بر روی سطحی برجسته و سکو مانند قرار می گیرند (۴).

۳) باغ ژاپنی سبک "باغ تپه و تالاب" (Hil & pond garden):
این نوع باغ که موسوم به "تسوکی یاما" (Tsukiyama) است، در واقع ارائه دهنده صحنه های طبیعی نظیر: برکه ها ، تپه ها ، سنگ ها ، درختان ، ماهی ها ، پل ها ، خزه ها ، گذرگاه ها ، گل ها ، درختچه ها و جویبارها می باشد.
با این اوصاف باغ های "تپه و تالاب" (تسوکی یاما) و "بودائی" (کارساسوئی) را می توان از جنبه های معنوی متشابه و همچنین تمایزات ساختاری با همدیگر مقایسه نمود. واژه "تسوکی یاما" به معنی تپه هایی است که بطور مصنوعی و توسط انسان شکل گرفته اند. باغ "تسوکی یاما" شیوه ای کلاسیک از باغ ژاپنی است که می توان با قدم زدن در پیاده روها و ایوان بیرونی معابدش لذت برد.
باغ های ژاپنی سبک "تپه و تالاب" معمولاً بزرگتر از باغ های سبک بودائی هستند ، اگر چه آنها را هم می توان با بکارگیری برخی تکنیک ها حتی در وسعت های کوچک احداث نمود. این نوع باغ تعداد زیادی از بازدیدکنندگان را در فصول بهار و پائیز به خود جلب می کند که بواسطه دربرداشتن شمار زیادی از درختان گیلاس ، افرا و جینگو است. این درختان به ظهور برگ های الوان در پائیز و همچنین شکوفه های زیبای گیلاس ژاپنی در بهار می پردازند که بسیار مطلوب بازدیدکنندگان هستند.
نمونه بارز باغ ژاپنی سبک "تسوکی یاما" را می توان باغ "جینکاکوجی" (Ginkakuji) یا به مفهومی دیگر "عمارت نقره ای" (silver pavilion) در شهر "کیوتو" نام برد (۴).

۴) باغ ژاپنی سبک "باغ چای" (Tea garden) :

باغ ژاپنی سبک "باغ چای" موسوم به "چانیوا" (Chaniwa) نوعی از باغ های ژاپنی است که مشتمل بر خانه های سنتی ژاپنی برای برگزاری مراسم صرف چای (tea ceremony) در حاشیه باغ می باشد. چنین مراسمی بویژه در سال های ۱۵۹۱-۱۵۲۲ میلادی بسیار رواج داشت. ژاپنی ها معتقدند که اینگونه باغ الهام بخش عالم روحانی و معنوی است.

در احداث باغ ژاپنی سبک "باغ چای" سعی می گردد تا از ایجاد بناهای مصنوعی خودداری ورزند و بگونه ای ظواهر طبیعی را لحاظ نمایند.

در چنین باغ هایی به ایجاد مکانی برای صرف چای موسوم به "چایخانه" (tea house) پرداخته می شود که ملزومات آن را بخش هایی چون : پله های سنگی ، فانوس های سنگی و دستجات فشرده ای از درختان تشکیل می دهند.

"چایخانه" در حقیقت عبارت از یک عمارت تابستانی موسوم به "gazebo" است که چشم انداز وسیعی به اکناف و جوانب باغ دارد.

باغ سبک "چانیوا" را می توان به دو بخش قسمت نمود :
۴-۱- بخش درونی باغ (inner garden)
۴-۲– بخش بیرونی باغ (outer garden)
بخش بیرونی باغ "چانیوا" دارای مسیری است که از طریق آن می توان به بخش درونی باغ دسترسی یافت.
البته هر دو بخش درونی و بیرونی باغ "چانیوا" توسط دروازه هایی از یکدیگر مجزا می گردند.
رسم بر آن است که قبل از ورود به بخش درونی این باغ باید دست ها را با آب بشویند. برای این منظور از حوضچه های سنگی مملو از آب موسوم به "تسوکوبای" (Tsukubai) که در نقاط مختلف باغ احداث شده اند ، بهره می جویند.

بطور کلی "باغ چای" (چانیوا) در قیاس با باغ "تپه و تالاب" (تسوکی یاما) و باغ "صخره ای خشک" (کارساسوئی) کوچکتر است. با اینگونه باغ ها می توان در موارد دعوت به مراسم سنتی صرف چای (tea ceremony) در ژاپن مواجه گردید.

سیمای اصلی باغ های "چانیوا" مشتمل بر :
الف- فانوس های سنگی موسوم به "اشیدورو" (Ishidoro)
ب – حوضچه سنگی موسوم به "تسوکوبای" برای شستشوی دست های مهمانان
پ - دروازه میانی موسوم به "ناکاکوگوری" (Nakakuguri)
ت - پله های سنگی موسوم به "توبی-اشی" (Tobi-ishi)
ث - لوله های انتقال آب از جنس بامبو موسوم به "کاکیی" (Kakei) می باشند (۴،۵).

۵) باغ ژاپنی سبک "پیاده روی" (Stroll garden) :
باغ های پیاده روی که موسوم به "کایو" (kaiyu) می باشند، در دوره "ادو" (۱۶۰۰-۱۸۶۸ میلادی) توسط مالکان بزرگ توسعه یافتند و به زیباترین باغ ها در سراسر ژاپن تبدیل شدند.
در اینگونه باغ های ژاپنی از تخته سنگ های عظیم و درختان باشکوه برای خلق مینیاتوری جلوه هایی از مناظر طبیعی بهره می جویند.

باغ های "کایو" مشتمل بر یک تالاب مرکزی و تعدادی باغچه های پیرامونی هستند. بدینگونه اشخاص قدم زنان از باغچه ای به باغچه مجاور می روند و لحظات خویش را در آرامش سپری می کنند.
این باغ ها دارای بخش های درونی و بیرونی نیستند بلکه دارای مسیرهایی برای انجام پیاده روی با فراغ بال و آسودگی می باشند. این پیاده رو ها دارای مسیرهای عبور هم جهت با گردش عقربه های ساعت هستند.
باغ های پیاده روی معمولاً دارای یک دریاچه یا تالاب مرکزی با مسیرهای متعدد راهپیمائی در اطراف آن می باشند. باغ هایی از گیلاس ژاپنی که طی دوره "ادو" در خارج از "کیوتو" احداث شده اند، نمونه های بارزی از باغ های سبک پیاده روی محسوب می شوند. این باغ ها دارای یک تالاب در مرکز باغ و چندین مکان برای صرف چای در اطراف و اکنافش هستند.
دو عنصر مهم باغ های ژاپنی یعنی درختان و تخته سنگ های عظیم (boulders) را برای افزایش زیبائی به این قبیل باغ ها نیز افزوده اند. نمونه بارز باغ پیاده روی را در "سویزینج پارک" (Suizenj park) شهر "کاماموتو" می توان ملاحظه نمود.
باغ دیگری بنام "اوکینیوا" (Oikeniwa) به معنی "باغ- تالاب" در قرن هفدهم میلادی ساخته شد که دارای یک تالاب مرکزی با چندین جزیره کوچک مملو از درختان سوزنی برگ است.

باغی نیز بنام "کوراکیون" (Korakuen) در سال ۱۶۲۶ میلادی در "توکیو" ساخته شد که آن نیز می تواند مؤید این سبک از باغ های ژاپنی باشد. این باغ دارای یک دریاچه مرکزی و یک جزیره در داخل آن است که به خدای هندی موسوم به "بنازایتن" (Benzaiten) اهدا گردیده است. هندوان وی را حافظ موهبت خوشبختی برای بشر قلمداد می نمایند. یک پُل سنگی به شکل نیم دایره موسوم به "پل ماه کامل" (-full moon) باعث اتصال جزیره به ساحل تالاب می شود. انعکاس این پل نیم دایره ای بر سطح آب باعث تکمیل شکل دایروی می گردد.

یکی از فواید باغ های سبک پیاده روی آن است که از مسیرهای مختلف می توان به سرتاسر باغ دسترسی یافت و از زیبائی هایش بهره گرفت (۴،۵).

۶) باغ ژاپنی سبک بهشت (Japanese paradise garden) :

اشرافیت ژاپن طی قرن دهم میلادی به شدت تحت تأثیر فرامین دین بودا قرار گرفت و ایمان به وجود مکانی زیبا ، دل انگیز و مملو از پاکی ها بنام بهشت (paradise یا pure land) موسوم به "جودو" (Jodo) گسترش یافت و بدینطریق باغ هایی برای تجلی مواهب بهشت در عالم خاکی و ناسوت بر اساس آموزه های دین بودا احداث شدند.

باغ ژاپنی سبک بهشت در طی دورهٔ "حیّان" توسط مریدان فرقه "آمیدا" (Amida sect) و راهبان بودائی در ژاپن ابداع گردید. عناصر اصلی ساختار باغ های بهشت عبارتند از :

۶-۱- تالاب مملو از نیلوفرهای آبی

۶-۲- پل های قوسی شکل

۶-۳- تالار بودائی بزرگ

۶-۴- درختان

تالاب ها نقطه مرکزی باغ های ژاپنی سبک بهشت یا "جودو" را تشکیل می دهند. در وسط تالاب نیز به احداث جزیره ای مبادرت می ورزند که با یک پُل به حاشیه تالاب مرتبط می گردد.

از باغ های ژاپنی سبک بهشت می توان به نمونه هایی چون : باغ "Byodoin temple" مربوط به معبدی در حومه "کیوتو" و باغ ژاپنی "Motsuji temple" اشاره داشت که از مکان های مناسب برای تمدّد قوای فکری و رسیدن به آرامش روحی محسوب می گردند.

باغ های ژاپنی سبک بهشت معمولاً با عناوین زیر نیز بیان می شوند :
الف- سرزمین پاکی ها (pure land garden)
ب – بودای نشسته بر تپه (imitates the Buddha sitting on a raised level surface)
پ – جزیره ای در میان تالاب نیلوفر آبی (island contemplating in the middle of a lotus pond) (۴،۵).

۷) باغ ژاپنی سبک تالابی (Japanese pond garden) :
این نوع باغ بدواً در چین ابداع گردید سپس در دورهٔ "حیّان" (Heian) در ژاپن معرفی شد. احداث و نگهداری باغ های تالابی نسبتاً پُر هزینه است.
باغ تالابی "معبد داکاکوجی" (Daikakuji temple) از جمله باغ های ژاپنی سبک تالابی است که به دستور امپراطور "ساگا" (Saga) ایجاد شد. وی علاقه وافری به ایجاد و حفاظت از اینگونه باغ ها داشت.
عناصر اصلی باغ های تالابی شامل : یک ساختمان تشریفاتی دو باله و یک دریاچه یا تالاب بزرگ در مقابل آن است.
از دیگر باغ های ژاپنی تالابی می توان به "Heian Jingu shrine" واقع در "کیوتو" اشاره نمود که در فصل بهار مملو ازشکوفه های گیلاس ژاپنی می گردد (۴).

۸) باغ ژاپنی سبک حیاطی (Gapanese courtyard garden) :
باغ ژاپنی سبک حیاطی موسوم به "تسوبونیوا" (Tsuboniwa) از وسعت کمی برخوردار است و به سبب شمول عناصر متفاوتی که نسبت به سایر اقسام باغ های ژاپنی دارد ،دارای انواع گوناگون تری است. اگرچه این نوع باغ نیز از دوره "حیّان" رایج گردید امّا در دوره "اِدو" بسیار گسترش یافت تا بدانجا که اغلب تاجران ژاپنی نسبت به احداث باغ های کوچکی در ورای مغازه ها و خانه هایشان همّت می گماردند. بعلاوه بسیاری از اقامتگاه های جنگاوران ژاپنی موسوم به "سامورائی ها" (samurai) نیز مزّین به اینگونه باغ ها بودند.
باغ های ژاپنی حیاطی گواینکه : کوچک ، ساده و بی آلایش هستند امّا بکارگیری اجزایی از باغ های ژاپنی سبک های : بودائی ، چای و تپه ای توانسته است به ایجاد مجموعه ای کامل منجر گردد.
اجزائی که در ساختار باغ های ژاپنی حیاطی بکار می آیند ، غالباً از نوع زینتی می باشند و قابلیت کاربردی ندارند. معماران ژاپنی با احداث باغ های حیاطی توانسته اند حیطه کوچک مجاور خانه ها را به صحنه هایی زیبا ، مفرّح و دل انگیز تبدیل سازند (۴).

۹) باغ ژاپنی سبک خزه (Moss) :
باغ ژاپنی سبک خزه موسوم به "شیندن زاکوری" (Shinden-zukuri) است.
بنابر ادعای مورخین ، پایتخت ژاپن در سال ۷۹۴ میلادی و در دوره امپراطوری "حیّان" از شهر "نورا" به "کیوتو" انتقال یافت و خانواده "فوجی وارا" (Fujiwara) آن زمان در قدرت قرار داشتند. آنها علاقه وافری به احداث باغ های بزرگ در سبک "خزه" داشتند. علت چنین علاقه ای آن بود که آب و هوای "کیوتو" در تابستان ها نسبتاً گرم است لذا کاخ نشینان با ایجاد کانال های آب موسوم به "یاریمیزو" (yarimizu) در بخش های مختلف باغ ها به ایجاد شرایط خنک اقدام می کردند.
در اینگونه باغ ها همچنین تالاب های تخم مرغی شکلی برای قایقرانی تفریحی احداث می شده است.

عمارت های کلاه فرنگی نیز در وسط چنین تالاب هایی ایجاد می گردیدند تا محلی برای استراحت ، خلوتگاه و گاهاً ماهیگیری باشند. این عمارت ها از طریق راهی باریک و پوشیده از شن به کناره های تالاب متصل می شدند.

باغ های سبک خزه در دوره های : "حیّان" ، "کاماکورا" و "اروماچی" بوفور احداث شدند که نمونه بارز آنها باغ ژاپنی "Saihoji temple" در "کیوتو" می باشد (۵).

معروفترین باغ های ژاپنی :

ژاپنی ها همواره معتقدبوده اند که فضای آرامش بخش باغ ها می توانند موجب پالایش مغز انسان گردند و خستگی های جسمی- روانی و افکار ناخوشایند را از آنان بزدایند. شاخص ترین باغ های ژاپنی در شهر "کیوتو" واقع شده اند.

برخی از معروفترین باغ های ژاپنی عبارتند از :

۱) باغ ژاپنی Korakuen garden :

باغ "کوراکیون" نوعی از باغ های سبک پیاده روی (strolling garden) محسوب می شود که در سال ۱۹۵۲ میلادی تحت لوایح قانونی برای محافظت از فرهنگ ملی ژاپن نوسازی شد. باغ "کوراکیون" در مجاورت قصر "اوکایاما" و در شهری به همین نام واقع می باشد. این باغ نظیر باغ های "کینروکیون" (kenrokuen) و "کایراکیون" (kairakuen) دارای مناظر طبیعی زیبا و بدیع است. احداث باغ مذکور را در سال ۱۶۸۷ میلادی به دستور یکی از زمین داران بزرگ موسوم به "Ikeda Tsunamasa" آغاز نمودند و در سال ۱۷۰۰ میلادی به اتمام رساندند و بدین ترتیب حدود ۱۳ سال برای تکمیل پروژه صرف گردید.

بسیاری از بازدیدکنندگان خارجی معتقدند که باغ "کوراکیون" مجموعه ای بدیع و منحصر بفرد از مناظر و قصرهای ژاپنی است که می تواند فرهنگ اصیل آن کشور را آشکار گرداند. این باغ مشتمل بر : مکان صرف چای ، استراحتگاه ، زیارتگاه ، تالاب ، تپه های تمرکز ذهن ، باغ زنبق ، باغ چای ، مزرعه برنج ، درختستان های افرا ، آلو و گیلاس ژاپنی (ساکورا) نیز می باشد.

بعلاوه قفس های متعددی از پرندگان از جمله مرغ ماهیخوار تاج قرمز ژاپنی (red-crowned crane) در باغ قرار داده شده اند.

برخی فستیوال های سالانه کشور ژاپن نظیر : جشن سلامت روح و روان (Goshinko) ، مراسم آغاز برداشت چای (Tea picking) ، جشنواره نوشیدن چای (Yosai) ، جشنواره نیلوفر آبی ، جشن آغاز بهار ، جشنواره کشت برنج و غیره همواره در این مکان برگزار می گردند (۴).

۲) باغ ژاپنی Kairakuen garden :
باغ ژاپنی "کایراکیون" از مشهورترین باغ های ژاپنی برای تماشای شکوفه های آلو موسوم به "یومه" (ume) در آغاز فصل بهار است. واژه "کایراکیون" در فرهنگ ژاپنی به معنی گردش لذت بخش گروهی در پارک می باشد.
باغ "کایراکیون" که یکی از ۳ باغ زیبای ژاپنی محسوب می شود، در منطقه "ایباراکی" شهر "میتو" واقع است و زیباترین مناظر سراسر ژاپن را به نمایش عموم می گذارد. این باغ دارای بیش از ۱۰۰ واریته از انواع درختان آلو است که شکوفه هایشان سراسر باغ را در آغاز بهار مملو از عطر دل انگیز و مسحور کننده می نمایند. باغ "کایراکیون" به دستور فرمانروا "تاکاگاوا ناریاکی" (Tokugawa Nariaki) در سال ۱۸۴۲ میلادی احداث گردید (۴).

۳) باغ ژاپنی Kenrokuen garden :
باغ "کِنروکیون" توسط وزارت آموزش و پرورش ژاپن در راستای حفاظت از هنر و فرهنگ ملی آن کشور اداره می گردد. این باغ که بزرگترین مجموعه درختان ژاپن را در بر دارد ، در شهر "کانازاوا" استان "اشیکاوا" واقع است. باغ "کِنروکیون" توسط یکی از ملاک بزرگ "کاگا" و در سبک باغ های پیاده روی احداث گردیده و بدواً در مالکیت خصوصی قرار داشته است.
باغ "کِنروکیون" در فصل بهار مملو ازشکوفه های گیلاس ژاپنی می شود و صحنه هایی مهیّج را جلوه گر می سازد. این باغ مشتمل بر مواردی است که مجموعه آنها مناظری مجلل و با شکوه را در چشم انداز بازدیدکنندگان مهیّا می گردانند :
۳-۱- یک تالاب مصنوعی بزرگ
۳-۲- تعدادی جزیره
۳-۳- تخته سنگ ها

۳-۴- مکانی برای صرف چای
۳-۵- فانوس های سنگی
۳-۶- کلبه ها
۳-۷- باغچه های گل
۳-۸- خزه
۳-۹- مسیرهای پیاده روی (۴).

۴) باغ ژاپنی Motsuji temple :
باغ "معبد ماتسوجی" در قرن دوازدهم میلادی احداث شد و نمونه ای از باغ های سبک "جودو" محسوب می گردد. این باغ علاوه بر بوته ها و درختان زینتی شامل بکارگیری هنرمندانه ای از : تخته سنگ ها ، شن ،

تپه های مصنوعی ، تالاب ها و آب های جاری است. در باغ مذکور بر عکس باغ های سبک غربی که درختان را با نظمی ویژه و مطابق با توپوگرافی زمین غرس می کنند، به کاشت درختان با شیوهٔ خاص سنت ژاپن پرداخته اند که تقلیدی از طبیعت زیبا و بی نظیر آن کشور می باشد (۵).

۵) باغ ژاپنی Seisui Tei :

باغ ژاپنی "سیزو تای" موسوم به باغ "آب پاک" (pure water) به سبک بودائی (Zen) در "مینه سوتای" آمریکا احداث گردیده است. باغ "سیزو تای" توسط یک معمار معروف ژاپنی بنام "Koichi kawana" طراحی و اجرا شده است. این باغ که اهدائی خانواده "John G. Ordway" در سال ۱۹۸۵ میلادی می باشد ، تدارک کننده محیطی آرام و ساکت برای بازدید کنندگان می باشد. باغ مزبور بعنوان یکی از ۲۵ باغ ژاپنی موجود در ایالات متحده آمریکا بشمار می آید.

مرکز باغ "سیزو تای" که با درختان بزرگ احاطه می باشد، دارای آبشاری به ارتفاع ۹ فوت است که منظره ای اعجاب انگیز را مجسّم می سازد. چیزهایی که در باغ تعبیه شده اند ، جملگی یگانه و منحصر بفرد هستند لذا بازدید کنندگان با مناظر تکراری مواجه نمی شوند و بدین لحاظ مجبورند در سرتاسر باغ حضور یابند تا از تمامی مواهبش بهره مند گردند.

بازسازی باغ "سیزو تای" در سال ۱۹۹۵ میلادی انجام پذیرفت. از جمله اینکه شکل ظاهری آبشار آن را بگونه ای طبیعی تر تغییر دادند و در اطرافش تعدادی تخته سنگ و تپه های کوچک تعبیه نمودند. پیاده روهای پوشیده از سنگریزه را در سراسر باغ بوجود آوردند تا بازدیدکنندگان با تأنی به قدم زدن بپردازند. برخی درختان قدیمی باغ حذف شدند و درختان زیباتری جایگزین گردیدند که با شرایط اقلیمی منطقه سازگاری دارند. تعدادی حوضچه ، ستون سنگی و فانوس های سنگی نیز به مجموعه افزوده گردیدند. همچنین بمرور اتاق های متعددی برای استراحت و اقامت موقت بازدیدکنندگان احداث شده اند (۲،۱).

اسامی و سبک مشهورترین باغ های ژاپنی :

فهرست مشهورترین باغ های ژاپنی به قرار زیر می باشد :

۱) **Korakuen در سبک پیاده روی (stroll garden)**

۲) **Kairakuen در سبک مناظر (landscape garden)**

۳) **Kenrokuen در سبک های پیاده روی ، مناظر و صرف چای (Tea garden)**

۴) **Ryoan-ji temple درسبک بودائی (zen garden)**

۵) **Suizenji Koen در سبک پیاده روی**

۶) **tenryu-ji temple در سبک پیاده روی**

۷) **Tofuku-ji temple در سبک بودائی**

۸) **Entsu-ji temple درسبک مناظر**

۹) **Kinkauji/golden pavilion در سبک های پیاده روی و مناظر**

۱۰) **Katsura imperial villa در سبک پیاده روی و تالاب (pond & stroll garden)**

۱۱) **Acachi museum of art در تلفیق با سبک مدرن (Modern style)**

۱۲) **Ginkaku-ji درسبک تالاب خشک (pond & dry)**

۱۳) **Shoden-ji درسبک بودائی**

۱۴) **Hosen-in درسبک بودائی**

۱۵) **Byodoin در سبک بهشت (paradise)**

۱۶) **Daitoku-ji temple در سبک بودائی**

۱۷) **Motsuji temple در سبک بهشت**

۱۸) **Suizenji park در سبک پیاده روی**

۱۹) **Ginkaku-ji در سبک بودائی و خزه (Zen & moss)**

۲۰) **Heijo palace در سبک تالاب (Pond)**

۲۱) **Saiho-ji temple در سبک خزه (Moss)**

۲۲) **Shukkeien garden در سبک پیاده روی و تپه (Stroll & hill)**

۲۳) **Daigoji temple در سبک مناظر و بودائی (Landscape & Zen**

۲۴) **Ritsurin garden در سبک پیاده روی**

۲۵) **Nijo castle در سبک مناظر**

۲۶) **Shikinaen garden در سبک پیاده روی**

۲۷) **Kyoto imperial palace در سبک خشک (Dry)**

۲۸) **Kanjizaio-in در سبک بهشت**

۲۹) **Shinjuku Gyoen در سبک مناظر و تلفیق با شیوهٔ انگلیسی- فرانسوی**

۳۰) **Ninnaji temple در سبک بودائی**

۳۱) **Toji temple در سبک بودائی و تالاب (Zen & pond)**

۳۲) **Oyama shrine در سبک تالاب**

۳۳) Nanzenji temple در سبک تالاب
۳۴) Kodai-ji temple در سبک بودائی
۳۵) Heian-Jingu shrine در سبک تالاب (۴).

تأثیر فصول سال بر باغ های ژاپنی :
بسیاری از مردم ژاپن علاقمندند که به راهپیمائی عصرگاهی طی فصول بهار ، پائیز و تابستان در باغ های سنتی بپردازند بویژه اینکه تماشای شکوفه های خوش رنگ درختان آلو در باغ "Kairkuen" و شکوفه های گیلاس ژاپنی در باغ "Ninnaja temple" را بسیار دلپذیر و خوشایند می دانند.
باغ "Tofuku-ji temple" در شهر "کیوتو" واقع است. این باغ که در سبک باغ های بودائی ساخته شده است ، در فصل پائیز جلوه ای زیبا از برگ های رنگارنگ و درخشان را به نمایش می گذارد. این باغ همچنین هر ساله در فصل تابستان میزبان برگزاری فستیوال زنبق است که بسیاری از علاقمندان از سرتاسر ژاپن در آن شرکت می جویند.
بهر حال فصول چهار گانه ای که در کشور ژاپن وقوع می یابند ، بزرگترین صدمات و بیشترین خسارات را هر ساله بر زیبائی و شکوه باغ های ژاپنی وارد می سازند (۴).

منابع و مآخذ :

1) Arboretum – 2017 – Elements of Japanese gardens – www.arboretum.umn.edu

2) Arboretum – 2016 – Japanese garden introduction and history : Seisui Tui , garden of pure water – www.arboretum.umn.edu

3) Crump , Claudia – 2017 – Creating a Japanese rock garden – Indiana University

4) Kyuhoshi – 2017 – Japanese gardens : history , types , elements and more – Kyuhoshi ; Japan Travel & Culture Guide

5) Mofa – 2017 – Gardens ; A unique integration of elements to create beauty – Ministry of Foreign Affairs ; Japan

6) Suzuki , Arno – 2005 – The learning process of Japanese Gardens – University of California

" باغ های آبی " ؛
"Water gardens"

مقدّمه :

باغ های آبی از بخش های بسیار محبوب معماری فضای سبز در کشورهای پیشرفته محسوب می گردند. باغ های آبی از نظر بصری جنبهٔ تسکین دهنده و تسلّی بخش دارند بطوریکه می توانند وجه ارتباطی مهمّی بین مردمان و اکوسیستم های آبی طبیعی باشند. ارزش زیبائی شناختی باغ های آبی با دقت کافی در طراحی و بکارگیری گیاهان و جانوران آبزی تزاید می یابد (۳).

در نگهداری باغ های آبی باید توّجه داشت که تالاب های کوچک نیازمند دقت بیشتری نسبت به تالاب های بزرگتر هستند زیرا هر چه تالاب ها وسیعتر باشند، از بروز ناگهانی مشکلاتشان کاسته می گردد.

در مدیریت باغ های آبی باید بطور منظم نسبت به جمع آوری برگ های خزان یافته ، آشغال های آلی و گیاهان آبزی مُرده از سطح تالاب اهتمام ورزید تا پوسیدگی مواد مذکور سبب بروز آلودگی ها و نهایتاً بیماری و مرگ آبزیان نشود (۵).

تاریخچه باغ های آبی :

باغ ها و نمایه های آبی از قدیم الایام در فرهنگ های ایران و چین به دو صورت : باغ های آبی خصوصی و عمومی وجود داشته اند. بعنوان مثال در کتابی با عنوان "Nanfang Caomu Zhuang" که در سال ۳۰۴ میلادی در چین نگاشته شده است، به تشریح کاشت اسفناج چینی در باغ های شناور (floating gardens) پرداخته اند.

از وجود باغ های آبی در تمامی فرهنگ ها و دوره های تاریخی می توان نشانه هایی یافت آنچنانکه با شرایط محیطی و فنون معماری هر منطقه تطابق داشته اند. این موضوع به حالت معمول تا ظهور عصر صنعتی شدن جوامع (industrial age) تداوم یافت ، تا اینکه پمپ های آب اختراع گردیدند و بدین ترتیب این امکان بوجود آمد که نه تنها آب را با سهولت بیشتری از چشمه ها و رودخانه ها به باغ های آبی برسانند ، بلکه آنرا در یک سیستم چرخشی بکار گیرند (۷).

در ضمن چنین دستاوردهایی امکان پذیر گردید که از نمایه های آبی به دو منظور زیر بهره گیرند :

الف) تولید غذا (food purpose)

ب) ایجاد زیبائی (ornamental aesthetics) (۷).

نمایه ها و باغ های آبی که با هدف های متفاوتی نگهداری می شوند ، می توانند از انواع زیر باشند :

الف) ساخته بشر (man made)

ب) طبیعی (natural) (۷).

در اروپای قرن شانزدهم ، با دستیابی به قوانین هیدرولیک نسبت به ساختن باغ های آبی چشم نواز برای قصرها اقدام ورزیدند که از جمله چنین مواردی می توان به باغ آبی قصر مشهور "Hellbrunn" در ایتالیا اشاره داشت (۷).

مشخصات باغ های آبی :

باغ های آبی (water gardens) را با نام های دیگری چون : باغ های آبزیان (aquatic gardens) ، استخرهای باغی (garden pools) و نمایه های آبی (water features) نیز بیان می دارند (۷،۳).

امروزه از باغ های آبی برای مقاصد زیر استفاده می گردد :

۱) نمای داخلی منازل و ساختمان ها (interior landscape)

۲) نمای خارجی منازل و ساختمان ها (exterior landscape)

۳) جزو عناصر معماری منازل و ساختمان ها (architectural element)

۴) ازدیاد گیاهان آبزی (propagate of aquatic plants) (۷).

بیشترین تمرکز در احداث باغ های آبی بر پرورش گیاهان آبزی است ولیکن آنها بطور کلی برای موارد زیر نیز ایجاد می گردند :

۱) پرورش و نگهداری گیاهان آبزی

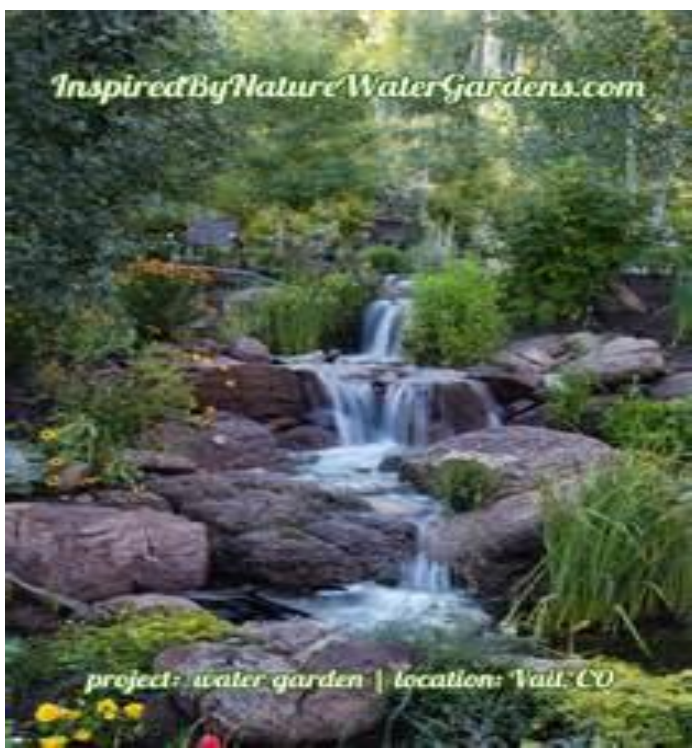
۲) نمائی از یک برکه یا تالاب طبیعی

۳) پرورش و نگهداری ماهیان زینتی (۷).

ایجاد باغ های آبی در حقیقت نوعی فعالیت باغبانی مرتبط با پرورش گیاهان آبزی سازگار با شرایط استخرها و تالاب ها است. اگرچه باغ های آبی را می توان در اندازه ها و عمق های متفاوتی احداث کرد ولیکن معمولاً آنها را در مقیاس های کم وسعت و کم عمق (کمتر از ۰/۵ متر) می سازند. این موضوع بواسطه آن است که اغلب گیاهان آبزی نسبت به عمق آب حساسند و نیازمند عمق مناسبی برای رشد و نمو مطلوب هستند. برخی گیاهان آبزی نیز خواهان رشد در سطح آب و یا اعماق بیشتر می باشند (۷).

باغ های آبی بهتر است دارای ساختار ماهرانه ای باشند، بگونه ای که از پمپ آب و فیلترهای تصفیه بخوبی بهره مند گردند تا از ظواهر و کارآیی مطلوب بهره مند شوند (۵).

زمانیکه مجموعه گیاهی (flora) و جانوری (fauna) در اکوسیستم های آبی به حالت تعادل قرار گیرند آنگاه کیفیت آب به صورت پایداری به وضعیت تمیز و شفاف در می آید (۷).



در احداث باغ های آبی از عناصر ذیل برای افزایش جلوه گری بصری مناظر و محیط اکوسیستم آبی بهره می گیرند تا مقبولیت بیشتری حاصل آید :

۱) فواره ها (fountains)

۲) مجسمه ها (statues)

۳) آبشارها (waterfalls)

۴) تخته سنگ ها (boulders)

۵) نور افشانی زیر آبی (underwater lighting)

۶) ایجاد خطوط و مرزها (lining treatments)

۷) لبه گذاری و حاشیه بندی (edging details)

۸) تعبیه آبراهه و آبگذر (watercourses)

۹) کاشت گیاهان در داخل آب (in-water planting)

۱۰) کاشت گیاهان در کنارهٔ آب (bank-side planting) (۷).

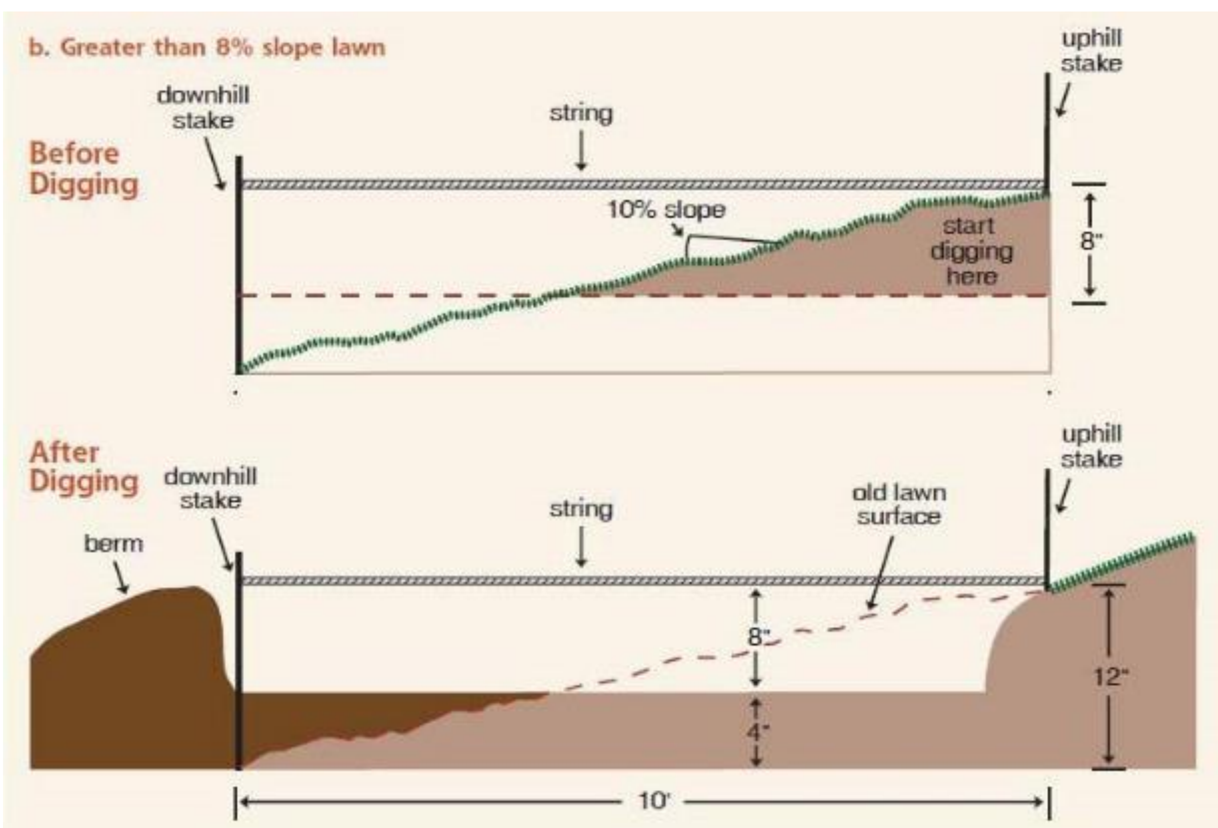
موقعیت مکانی باغ های آبی :

محل احداث باغ های آبی از جنبه های اکولوژیکی و حفاظتی به مثابه لذتی که از آن حاصل می آید ، حائز اهمیت بسیاری است. باید در نظر داشت که نور خورشید برای بقاء و رشد گیاهان آبزی ضرورت دارد بویژه اینکه گیاهان آبزی بعنوان موجّد کانوپی و تولید کنندهٔ اکسیژن محلول برای آبزیان عمل می کنند. گیاهان آبزی بدینگونه می توانند به تولید غذا برای جانوران آبزی بپردازند و به چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم های آبی کمک نمایند (۳).

احداث باغ های آبی بگونه ای که بتوان منظره آنها را از داخل منازل مشاهده نمود ، باعث بهره مندی از شور و شعف زائدالوصف می گردد. قاعدتاً باغ های آبی را غالباً در مکان هایی می سازند که لااقل به مدت ۶ ساعت در روز در معرض تابش مستقیم اشعه خورشید واقع شوند ، گرچه گرمای حاصل از تابش ظهرگاهان می تواند سبب افزایش تبخیر و در نتیجه کاهش حجم آب آنان گردد (۳).

همواره توصیه می شود که از احداث باغ های آبی در سایه انداز درختان عظیم خودداری ورزند زیرا :
اولاً) ریشه های درختان موجب مختل شدن عملیات احداث باغ آبی می شوند.
ثانیاً) رشد ریشه ها ممکن است به سازه باغ های آبی خسارت وارد سازند.
ثالثاً) ریزش برگ ها و شاخه ها باعث کثیف شدن آب حوضچه می گردند.
رابعاً) برگ های برخی گیاهان از خاصیت سمّی برخوردارند لذا پس از ریزش بر سطح آب موجب مرگ آبزیان می گردند (۳).

بهتر است مکان احداث باغ های آبی دارای دو وضعیت توأمان : آفتابگیر و سایه باشد، تا شرایط مناسب برای زندگی گیاهان مختلف و آبزیان فراهم گردد. باید توجّه داشت که شرایط آفتابگیر به رشد گیاهان آبزی و تولید اکسیژن محلول کمک می نماید درحالیکه شرایط سایه می تواند مکانی را برای رشد و تحرّک جانوران آبزی فراهم سازد (۵).



عمق باغ های آبی :

حوضچه های باغ های آبی را بهتر است با اعماق مختلفی بسازند تا شرایط رشد برای گیاهان و جانوران آبزی گوناگون مهیّا گردد (۵).

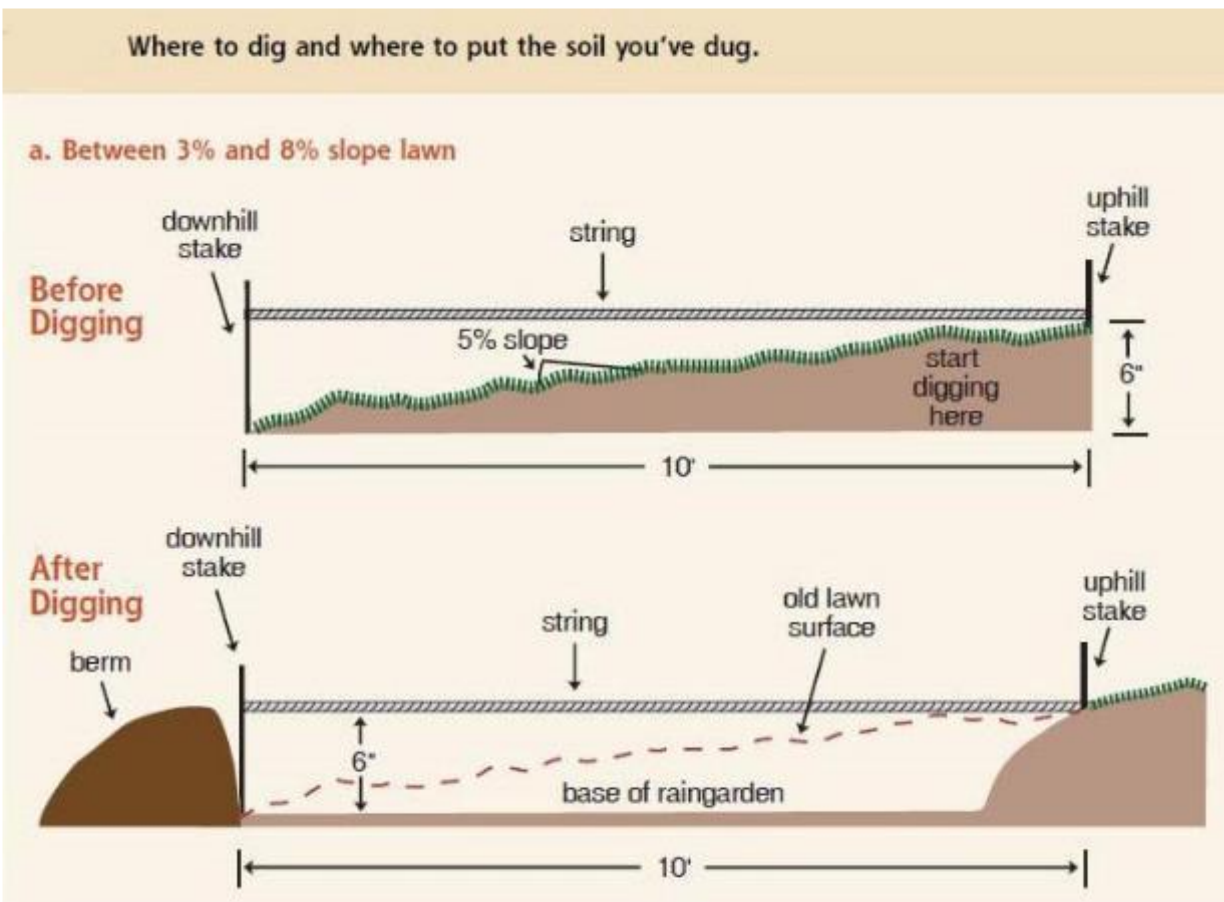
اصولاً عمق آب باغ های آبی بستگی به موارد زیر دارد :

۱) نوع طراحی

۲) اقلیم منطقه

۳) استراتژی زمستانگذرانی (۳).

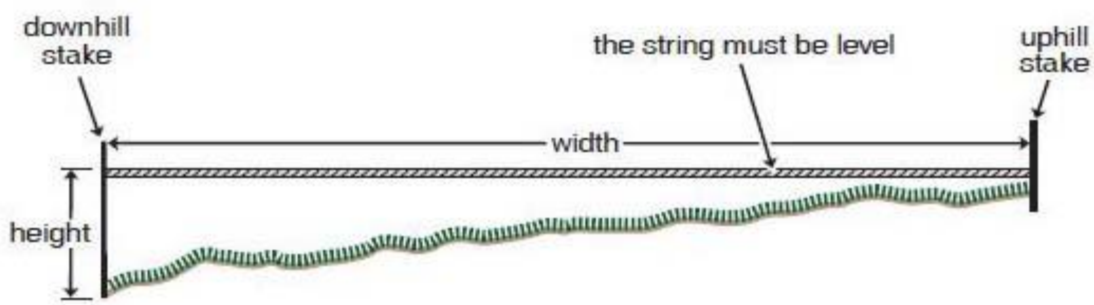
عمق باغ های آبی می تواند جلوه ای از تصوّرات و اهداف سازنده اش باشد. بعنوان مثال : پرورش گیاه سوسن آبی به عمق ۳۶-۱۸ اینچ نیاز دارد درحالیکه لایه ای از آب حدوداً ۴-۱ اینچ برای پرورش بسیاری از گیاهان آبزی کفایت می نماید (۵).



معمولاً عمق باغ های آبی را در حدود ۴-۳ فوت بر می گزینند تا علاوه بر اینکه دچار یخزدگی کامل در زمستان ها نشوند ، از گرم شدن شدید در طی ماه های تابستان در امان بمانند. بعنوان مثال : ماهی های کپور زینتی (koi) در صورت گرم شدن شدید آب تالاب دچار استرس می گردند و رنگ خود را از دست می دهند(۳).

حوضچه هایی به عمق ۳۰-۲۴ اینچ از نظر گرم شدن برای سالم ماندن گیاهان آبزی مناسبند (۵).

در مواردی که عمق آب تالاب ۲۴-۱۸ اینچ انتخاب گردد آنگاه می توان با پرورش برخی گیاهان آبی به ایجاد سایه و خنکی آب تالاب کمک نمود.
باغ های آبی که لااقل 2/3 عمق آنها در داخل زمین واقع گردد ، می توانند گرما را در زمستان ها و خنکی را در تابستان ها نسبت به شرایط اقلیمی به ارمغان آورند (۳).



The string should be tied to the base of the uphill stake, then tied to the downhill stake at the same level.

برای احداث باغ آبی بعنوان زیستگاه دوزیستان ، پرندگان تالابی و گیاهان آبزی می توان به عمق حدود ۲۰-۱۸ اینچ اکتفا نمود (۵).
حوضچه هایی که در برخی نقاط دارای عمق کمی هستند، بویژه در بخش های سایه که از آب خنک تری برخوردارند، می توانند به مکان مناسبی برای آبتنی پرندگان (birdbath) تبدیل گردند (۵).

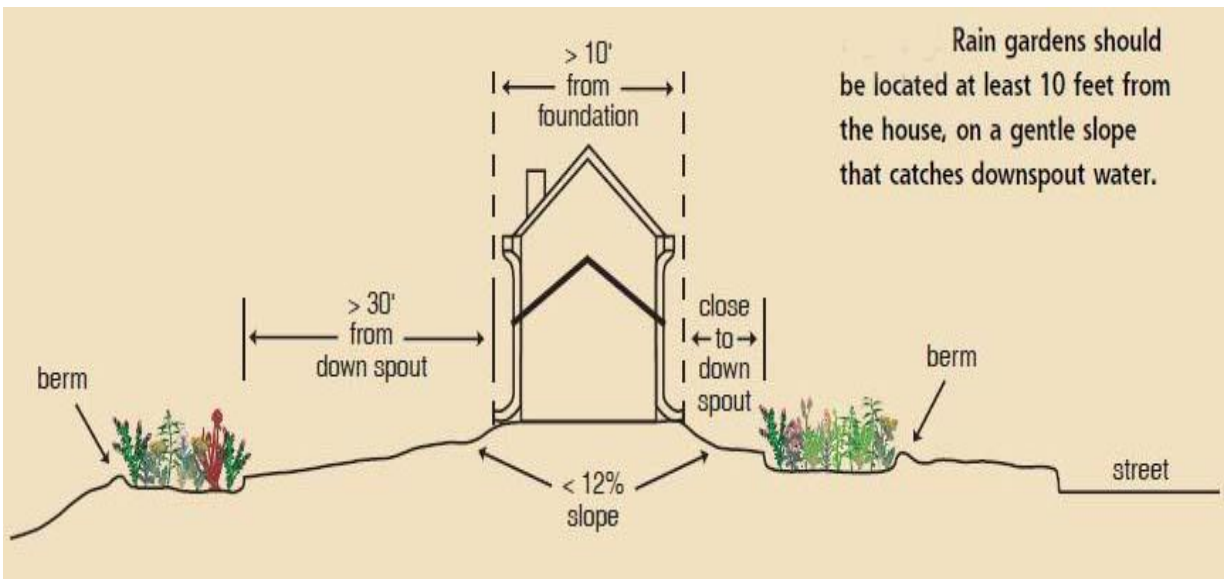
در صورتیکه کودکان به حوضچه ها و باغ های آبی دسترسی دارند، لزوماً باید به عمق های کم اکتفا گردد و گرنه باید اطراف حوضچه ها را با توری های سیمی محصور و ایمن گردانید (۵).

حجم آب باغ های آبی :

محاسبه حجم آب تالاب قبل از ساختن آن دارای اهمیّت زیادی است زیرا از این طریق می توان پمپ و فیلتر مناسب را برای مدیریت بهینه باغ آبی انتخاب نمود.

پمپ باعث انتقال آب تالاب از عمیق ترین نقطه به بالای آبشار می گردد و آب مذکور پس از جاری شدن در نهایت مجدداً وارد تالاب می شود.

آب پمپاژ شده در طی مدتی که جاری می باشد و تا زمانیکه مجدداً به تالاب بر گردد، موجب خالی شدن تالاب می شود و در صورتی که حجم آب باقیمانده بسیار کم گردد، یقیناً به پمپ آسیب می رساند لذا قدرت پمپ ، طول مسیر جریان آب و حجم تالاب باید دقیقاً محاسبه شوند تا از بروز چنین مشکلاتی جلوگیری به عمل آید(۱).



مواد سازندهٔ سطوح حوضچه باغ آبی :

سطوح تالاب بویژه کف آنرا غالباً با مواد زیر می سازند :

۱) زمین طبیعی (common earth، natural lining، ground)

۲) خاک رس (clay)

۳) صفحات پلاستیک (plastic liners)

۴) صفحات لاستیکی (rubber pond liner)

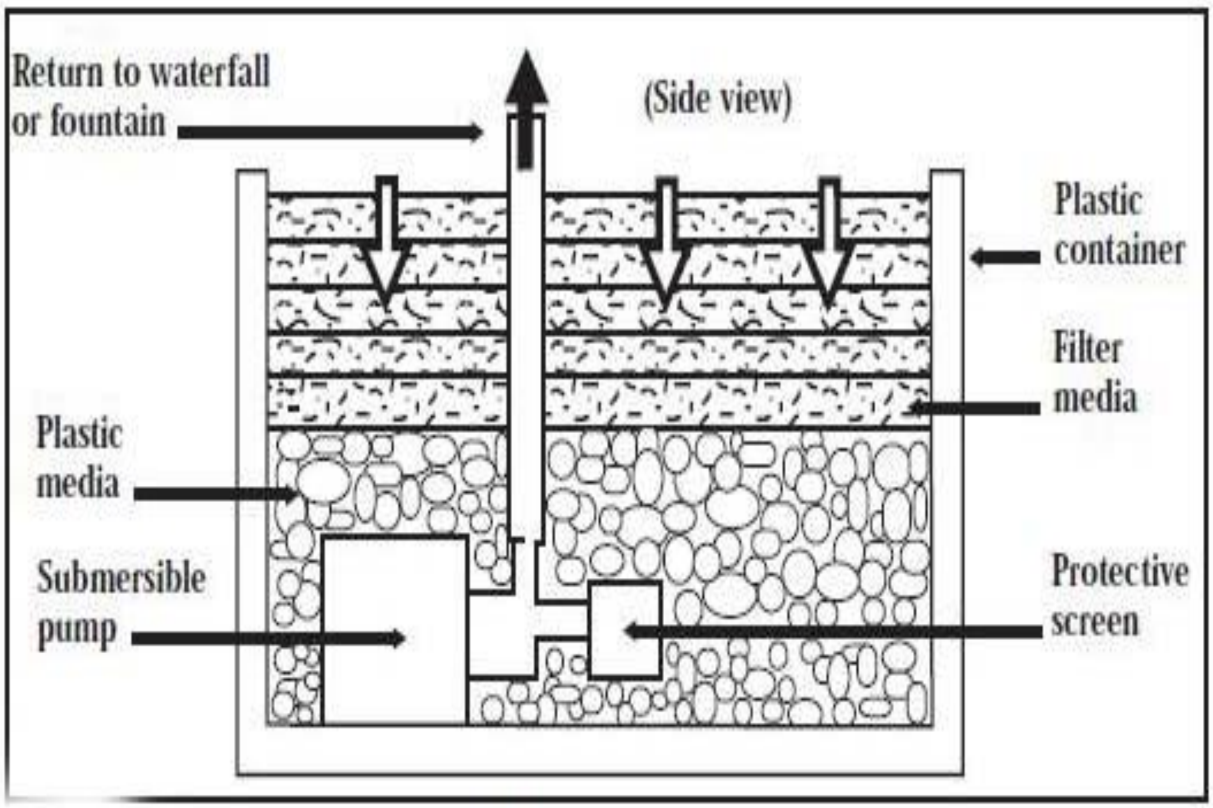
۵) صفحات فایبرگلاس (fiberglass)

۶) سیمان یا بتن (concrete) (۳،۵).

نصب صفحات پلاستیکی بسیار آسان می باشد و ضمناً به سادگی می توان آن را در اندازه و شکل مناسب بکار گرفت. دوام (lifetime) صفحات پلاستیکی نیز به نوع و ضخامت آنها بستگی دارد (۳).

پوشش های لاستیکی نسبتاً پُرهزینه ولی بادوام هستند. لبه های اینگونه پوشش ها را می توان به راحتی با سنگ ها پوشانید و پنهان نمود(۵).

اگر چه بکارگیری رس بطور کامل از نشت آب حوضچه به لایه های زیرین خاک جلوگیری نمی کند ولیکن بسیار کارآمد ، مفید ، ارزان و قابل دسترس است (۵).



In-pond mechanical/bio-filter.

"جدول۱) مشخصات مواد سازنده سطوح باغ های آبی (۳) :"

نوع مواد	فواید	مضرات	توضیحات
زمین معمولی	ارزان، مناسب برای تالاب های وسیع	نشت پذیر، امکان استقرار گیاهان وحشی	بهتر است خاک را با مقادیر بیشتری از رس مخلوط نمایند.
صفحات قابل انعطاف	احداث آسان	امکان سوراخ شدن، نیازمند زهکشی با سیفون یا پمپ	بستگی به نوع آن دارای ۲۰-۱۰ سال دوام هستند.
فایبرگلاس	مقاوم و بادوام	کم عمق، مناسب نگهداری ماهی های بزرگ، مناسب پرورش گیاهان آبزی	نیازمند انتقال به داخل منازل در زمستان ها به سبب احتمال ترکیدگی در اثر یخبندان
بتن	بسیار بادوام، امکان دکوراسیون با کاشی	گران، احتمال شکافتن و تراوش، نیازمند مراقبت	نیازمند پوشاندن با رزین "اپوکسی" و یا رنگ زدن برای جلوگیری از نشت آب و عناصر معدنی

اشکال حوضچه باغ های آبی :

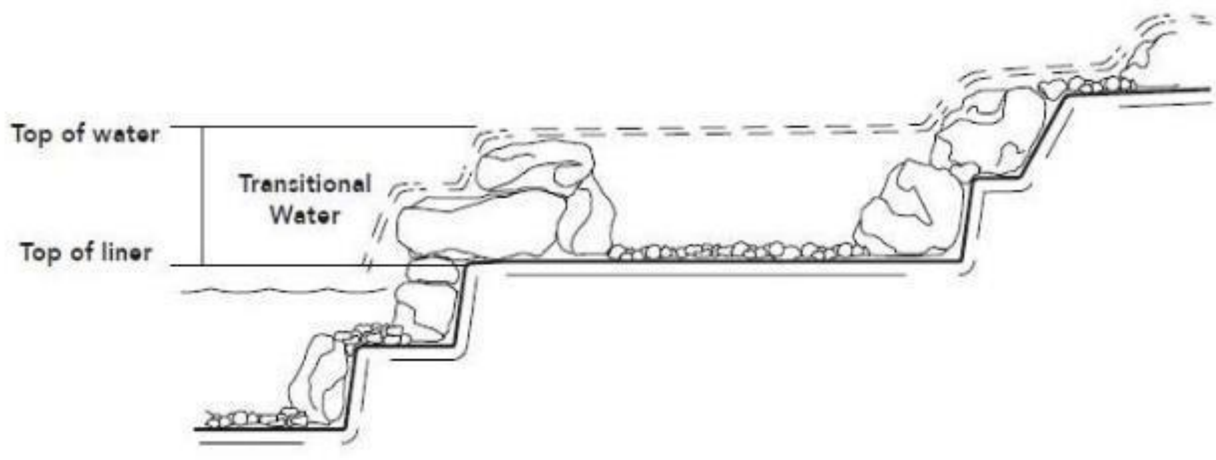
باغ های آبی را ممکن است در اشکال هندسی نامنظم و یا منظم (geometric) طراحی نمایند. باغ های آبی دارای اشکال نامنظم از حالت طبیعی تری برخوردارند درحالیکه در اشکال هندسی منظم دارای ظاهر رسمی تری هستند.

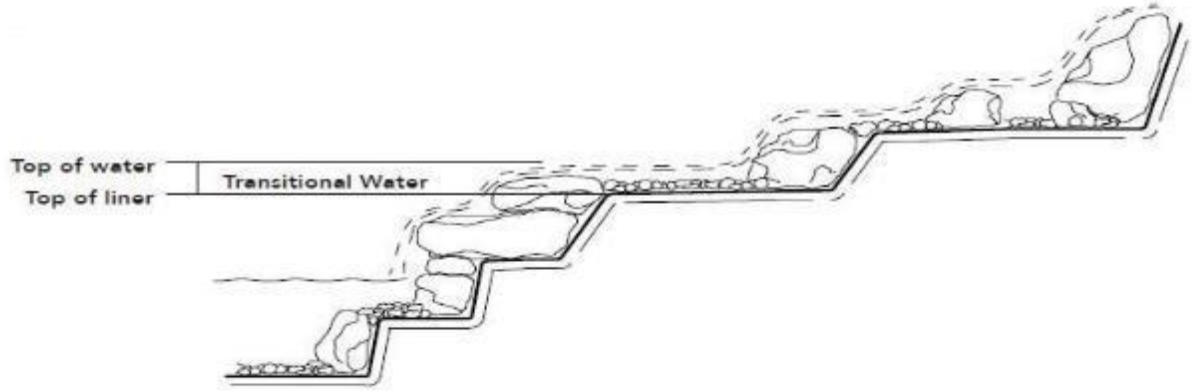
کناره های باغ های آبی را بهتر است به شکل شیبدار یا پلکانی بسازند زیرا کناره های قائم موجب تجمع آشغال ها خواهند شد (۳).

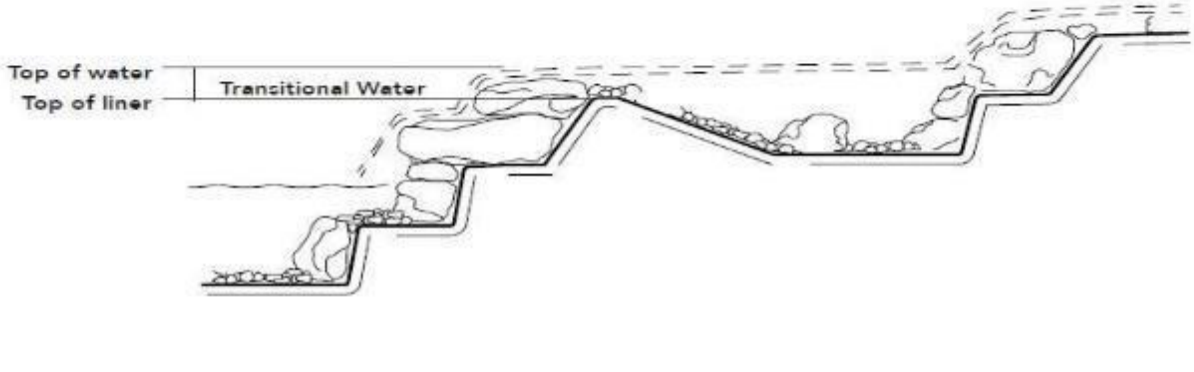
ایجاد جوییار در باغ های آبی :

ایجاد جوییار در جوار باغ آبی و به عنوان بخشی از سیستم می تواند بر زیبائی آن بیفزاید. برای این منظور می توان نهری را با شیب مناسب در حاشیه باغ آبی ایجاد کرد و در مسیر جریان آب با قرار دادن لاشه سنگ ها به ایجاد سرریزهای زیبا پرداخت تا به هوادهی آب نیز کمک گردد.

در این راستا بهتر است، کوتاهترین راه بین بالاترین نقطه آبشار تا کف تالاب را در نظر بگیرید، تا حداکثر شیب بوجود آید (۲).







منابع آب باغ های آبی :
در مواردی که آب مورد نیاز باغ آبی را هر چندگاه از جویبارها تهیّه می کنید، باید مراقبت نمائید که عاری از آلودگی به مواد شیمیائی و فاضلاب ها باشند زیرا بدینطریق موجب مرگ آبزیان خواهند شد (۳).

در صورت استفاده از آب شهر باید نسبت به حذف کلر موجود در آن اقدام گردد. برای این منظور باید به مدت ۴۸ ساعت قبل از کاشت گیاهان آبزی و افزودن جانوران مطلوب نسبت به آبگیری تالاب اقدام نمود. بهترین شیوه برای حذف کلر از آب شهر آن است که از ترکیب شیمیایی "سدیم تیوسولفات" استفاده گردد. امروزه این ماده به اشکال مایع و پلت برای مصرف در آکواریوم ها و باغ های آبی عرضه می شود (۳).

فاکتورهای کیفیت آب تالاب ها از جنبه های ذیل قابل اهمیت هستند :
اکسیژن محلول ، نیترات آمونیوم ، PH ، قلیائیت (alkalinity) ، سختی (hardness) ، دی اکسید کربن و آلاینده هایی (pollutants ، contaminants) نظیر آفتکش ها .
البته عوامل مذکور دارای سطوح اهمیّت متفاوتی برای باغ های آبی می باشند (۳).

کیفیت آب در باغ های آبی :
برخی موجودات زنده نظیر پستانداران کوچک و حشرات قادرند با آب باران و یا آب های گل آلود سازگاری یابند ولیکن اکثر آبزیان نیازمند محیط آبی پاک و تمیز هستند، تا بخوبی رشد و نمو نمایند (۵).

PH آب تالاب ها در طی اوقات شبانه روز متغیر است زیرا میزان فتوسنتز و تنفس گیاهان و جانوران آبزی در طی اوقات مختلف ۲۴ ساعت و وضعیت های متفاوت اقلیمی دگرگون می گردند.
اصولاً تغییرات PH آب تالاب ها از ۹-۶/۵ متغیّر است ولیکن این تغییرات در خارج از محدودۀ مذکور سبب بروز تنش و حتی مرگ ماهی ها خواهد شد. برای افزایش PH آب تالاب می توان از کربنات هایی نظیر : آهک (limestone) ، پوسته صدف ها و بی کربنات هایی نظیر "جوش شیرین" بهره گرفت.
بهترین میزان مواد قلیائی در آب تالاب ها حدود ۵۰-۲۰ پی پی ام توصیه گردیده است (۳).

از بکارگیری کمپوست و سایر مواد آلی در بستر باغ های آبی باید خودداری ورزید زیرا باعث تیرگی آب تالاب خواهند شد (۵).

از مصرف مواد شیمیایی نظیر آفتکش ها و علفکش ها در محدودۀ باغ های آبی و حوضچه ها خودداری نمائید (۵).

تأمین اکسیژن باغ های آبی :

مقدار اکسیژن محلول در آب (D.O.) تالاب ها بسیار کم است و آن را با واحد "قسمت در میلیون" (ppm) یا "میلیگرم در لیتر" (mg/L) می سنجند. مقدار D.O. در باغ های آبی در محدودهٔ ۲۰-۰ پی پی ام می باشد. اکسیژن محلول بواسطه بهم خوردن آب تالاب در اثر وزش باد و یا ریزش آبشار و فواره ها بطور مستقیم از طریق اختلال با هوا شکل می گیرد.

بعلاوه گیاهان مغروق در آب در اثر انجام واکنش های فتوسنتزی به تولید اکسیژن می پردازند، که نهایتاً به تشکیل اکسیژن محلول می انجامد.

میزان اکسیژن قابل انحلال در آب های خنک نسبت به آب های ولرم بیشتر است (۳).

زمانیکه دمای آب تالاب ها در ماههای گرم سال افزایش می یابد آنگاه :

۱) سرعت متابولیسم در ماهی ها افزایش می یابد.

۲) از قابلیت انحلال اکسیژن در آب کاسته می شود.

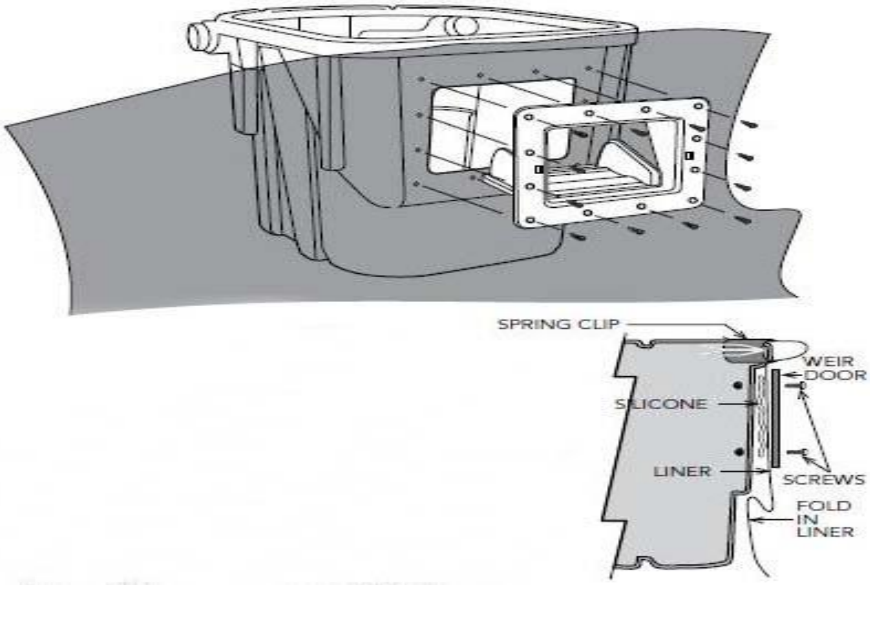
۳) اکسیژن گیری مواد آلی در حال تجزیه شدت می گیرد (۳).

وقایع فوق الذکر بویژه در شب ها که از فعالیت های فتوسنتزی گیاهان مغروق کاسته می شود، موجب نقصان شدید اکسیژن محلول در آب تالاب خواهد شد لذا زمانیکه اکسیژن محلول (D.O.) به حدود ۳-۱ پی پی ام نقصان می یابد، موجب بروز تنش کمبود اکسیژن در ماهی ها می گردد. البته در اینگونه موارد با بکارگیری آبشار و فواره ها می توان بر میزان اکسیژن محلول در آب تالاب اضافه کرد (۳).

بعنوان مثال: با تعبیه یک پمپ آب کوچک می توان سیستمی را بوجود آورد که آب به صورت یک فوارهٔ کوچک دائمی به فعالیت بپردازد و نیاز موجودات آبزی تالاب به اکسیژن محلول را برطرف سازد (۵).

تصفیه آب باغ های آبی :

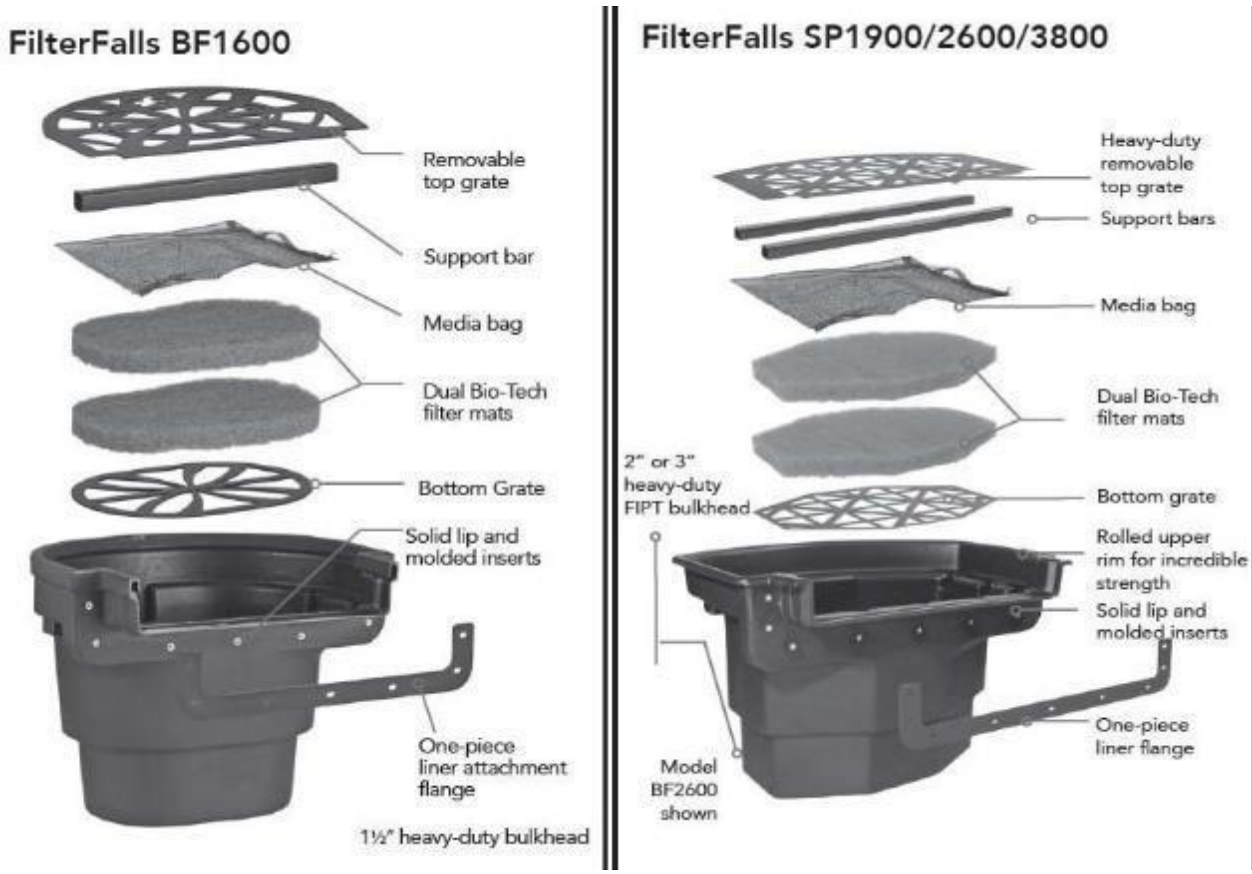
تمامی باغ های آبی نیازمند تصفیه شدن (filteration) نیستند. از جمله تالاب هایی که دارای تعداد زیادی گیاهان آبزی و تعداد نسبتاً کمی از ماهی ها هستند، نیازی به تصفیه شدن ندارند. بر این اساس همواره لازم است که بین عناصر غذائی محلول در آب تالاب و جمعیت گیاهان و جانوران آبزی آن نسبتی متعادل برقرار باشد، تا نیازمند تصفیه کردن نگردند (۳).



تصفیه آب تالاب ها را به دو طریق زیر انجام می دهند :
۱) تصفیه بیولوژیک (biological filters)
۲) تصفیه مکانیکی (mechanical filters) (۳).

تصفیه مکانیکی می تواند موجب جمع آوری و یا به دام انداختن ذرات مواد آلی و کثافات معلق و شناور گردد. وسایلی چون : توری های جمع آوری برگ (leaf skimmers) ، فیلترهای اسفنجی (foam filters) و حوضچه های آرامش (settling basins) در زُمره فیلترهای مکانیکی هستند که در تصفیه آب باغ های تالابی بکار می روند.

فیلترهای شنی (sand filters) و فیلترهای قابدار (cartridge filters) که برای تصفیه استخرهای شنا و لوله های داغ کاربرد دارند ، برای تصفیه باغ های آبی توصیه نمی گردند زیرا مسیر جریان در آنها سریعاً رسوب گذاری و مسدود (clog) می شود و رفع آن بسیار دشوار است.
همچنین می توان مخزنی از سنگریزه های درشت را در خارج از تالاب مستقر ساخت سپس با پمپاژ آب تالاب به داخل مخزن مذکور موجبات تصفیه آن را فراهم ساخت. چنین فیلترهایی هر چند گاه نیازمند شستشو خواهند بود، تا مواد جامد لابلای سنگریزه ها زدوده شوند (۳).



فیلترهای بیولوژیک یا "بیوفیلترها" موجب حذف عناصر غذایی مازاد نظیر : فضولات ماهی ها ، کودهای مصرفی و مواد آلی در حال پوسیدگی از آب تالاب می شوند.
بیوفیلترهای باکتریائی برای تصفیه باغ های آبی بویژه در صورت حضور ماهی ها بسیار مطلوبند. آنها دارای لایه هایی از سنگریزه ها و شن های درشت ، پلاستیک های صفحه ای یا حلقوی ، توری یا اسفنج و همچنین پیش ماده هایی (substrate) برای رشد باکتری ها هستند.
بیوفیلترها بیشترین کارآیی را در PH ۷-۸ و در حضور مواد قلیائی با غلظت بیش از ۵۰ پی پی ام بروز می دهند. آنها در صورتی که بخوبی طراحی و نصب گردند، به مراقبت بسیار کمی نیازخواهند داشت.

لایه هایی از سنگریزه ها که در کف آکواریوم ها تعبیه می شوند، در حقیقت جزو ساده ترین انواع بیوفیلترها محسوب می شوند. البته ذرات سنگریزه در چنین مواقعی بعنوان فیلتر مکانیکی عمل می کنند امّا کلونی های باکتریائی مستقر در آنها بسان فیلتر زیستی فعالیت می نمایند (۳).

گیاهان باغ های آبی :

حضور گیاهان آبزی نه تنها به زیبائی باغ های آبی می افزایند، بلکه به مانند فیلترهای کارآمد عمل می نمایند و به جذب عناصر غذائی محلول در آب می پردازند (۳).

گیاهان باغ های آبی یا "فلور آبزی" (aquatic flora، aquatic plants) را به سه دسته تقسیم بندی می نمایند :

۱) گیاهان آبزی مغروق یا غوطه ور (submerged)

۲) گیاهان آبزی حاشیه ای (marginal)

۳) گیاهان آبزی شناور (floating) (۷).

گیاهانی نظیر : تیروکمان آبی (sagitaria) و آناکاراس (elodea) می توانند به شکل دستجاتی درآیند و به حالت مغروق رشد کنند. این قبیل گیاهان آبزی سریعاً رشد می نمایند و به اکسیژن دهی و تصفیه آب می پردازند (۳).

گیاهان آبزی مغروق کاملاً در زیر سطح آب زندگی می کنند امّا بعضی اوقات برگ ها یا گل های آنان تا سطح آب به رشد خودشان ادامه می دهند نظیر : "سوسن آبی" (water lilies) ، کاهوی آبزی (water lettuce) ، سرخس سالوینیا (salvinia) و "شاخ گیاه" (hornwort).

گیاهان آبزی مغروق را می توان در تالاب ها یا گلدان ها و در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری آب کاشت. برخی از این گیاهان را "گیاهان اکسیژن ساز" (oxygenators) می نامند زیرا از طریق برگ هایشان می توانند به تولید اکسیژن محلول در آب تالاب بپردازند که می تواند مورد استفاده ماهی ها واقع شوند (۷،۳).

گیاهان حاشیه ای را گیاهانی تشکیل می دهند که ریشه های آنها در زیر سطح آب رشد می کنند امّا مابقی اندام های گیاه در بالای سطح آب قرار می گیرند. نمونه هایی از گیاهان حاشیه ای عبارتند از :
زنبق (iris) ، سوسن آبی (water lilies) ، نی ها (reeds) ، پامچال آبزی (primrose) ، آلاله آبزی (water crowfoot) ، پیزر (Bulrush) ، تایفا (Caltail) ، تارو (Taro) ، تیروکمان آبی (Arrowhead) ، نیلوفر آبی (Lotus) و گوشاب (Pickerel weed) (۷).

گیاهان شناور را گیاهانی تشکیل می دهند که به هیچ وجه ارتباطی با خاک بستر تالاب ندارند. آنها به صورت آزاد در سطح آب شناورند و با جریان آب به اطراف پراکنده می شوند. ریشه های آویزان و آزاد گیاهان آبزی شناور به جذب عناصر غذائی محلول در آب مبادرت می ورزند. در مدیریت باغ های آبی از گیاهان شناور برای سایه اندازی استفاده می شود، تا بدینطریق از رشد جلبک های (algae) تالاب کاسته گردد. گیاهان شناور غالباً رشد سریعی دارند و به سرعت تکثیر می شوند (۷،۳).

افزودن گیاهان شناور و مغروق می تواند از طریق مصرف عناصر غذایی مازاد به شفافیت آب تالاب ها کمک نماید. بعلاوه می توان با نصب برخی فیلترها باعث حذف عناصر غذایی و جلبک های مازاد از آب تالاب نمود. بسیاری از تالاب ها بطور طبیعی در فصول بهار و تابستان به رنگ سبز در می آیند امّا با ایجاد تعادل زیستی در اکوسیستم بمرور شفاف می شوند (۷).

نمونه هایی از گیاهان شناور عبارتند از :
آزولا (Mosquito ferns ، Azolla) ، سالوینیا (Water spangle ، Salvinia) ، شبدر چهار برگ (Marsilea ،Water clove)، سنبل آبی (Water hyacinth) و کاهوی آبزی (Water lettuce)(۷).

برای باغ های آبی باید از گیاهانی استفاده شود که ضایعاتی در داخل آب باقی نمی گذارند زیرا مواد آلی می توانند موجب گرفتگی فیلترها و تخلیه اکسیژن محلول ضمن فرآیند تجزیه شوند (۳).

بسیاری از گیاهان آبزی گرمسیری نظیر سنبل آبی و سوسن آبی مناطق معتدله قادر به بقاء در طی یخبندان های زمستانه نیستند لذا باید به محل های سرپوشیده انتقال یابند. گیاهان آبزی مقاوم نظیر سوسن آبی معمولی و زنبق آبی را می توان با قطع بخش های روزمینی از سرمای زمستان محافظت نمود (۳).

در مواردی که از گیاهان شناور در باغ های آبی استفاده می شود، باید بگونه ای مدیریت گردند که بیش از ۵۰-۷۵ درصد سایه اندازی ایجاد نکنند تا مانع رشد طبیعی جلبک ها نگردند (۳).

گیاهان آبزی در برخی ایالات آمریکا از جمله نواحی گرم فلوریدا و کالیفرنیا اجازه نگهداری و فروش را ندارند زیرا جزو گونه های گیاهی مهاجم و مضر برای اکوسیستم های آبی شناخته می شوند (۷).

کاشت گیاهان آبزی در باغ های آبی :

در کاشت گیاهان آبزی (aquatic oasis) دقت نمائید زیرا برخی از آنها در مدت کوتاهی به صورت انبوه در می آیند و حالت تهاجمی (aggressive ،invasive) می یابند لذا باید نسبت به کنترل بموقع آنها از طریق کندن و یا له کردن (squezzing) اقدام ورزید (۵).

برای کاشت سبزینگی در باغ های آبی توصیه شده است که از گیاهان آبزی بومی منطقه استفاده گردد زیرا تطابق مناسبی با شرایط اقلیمی موجود دارند (۵).

برای جلوگیری از لجنی شدن باغ آبی می توان سطح خاک بستر آن را بلافاصله پس از کاشت گیاهان آبزی با لایه ای از سنگریزه و سنگ های کوچک پوشانید سپس به آرامی اقدام به آبگیری کرد (۵).

همچنین لایه ای از رس فشرده می تواند بستری مناسب برای کاشت گیاهان آبزی در باغ های آبی محسوب گردد (۵).

از بکارگیری "ورمیکولیت" ، "پرمیت" و نظایر آنها در سطح بستر باغ های آبی پرهیز نمائید زیرا بزودی بر سطح آب شناور خواهند شد (۵).

از کاربرد مخلوط خاک باغبانی تجارتی در بستر باغ های آبی اجتناب ورزید زیرا آنها حاوی مقادیری از کودهای شیمیایی هستند که می توانند به آبزیان آسیب برسانند (۵).

مواد آلی گیاهی و جانوری برای بستر باغ های آبی مطلوب نمی باشند زیرا بزودی تجزیه می گردند و آب تالاب را کثیف می نمایند (۵).
گیاهانی را که طاقت سرما و یخبندان زمستانهٔ باغ های آبی را ندارند، باید در اواخر پائیز از ریشه در آورد، بخش فوقانی آنها را قطع نمود و پس از پیچیدن در روزنامه مرطوب و متعاقباً پوشاندن با صفحات پلاستیکی در محل خنکی تحت دمای کمتر از ۴۰ درجه فارنهایت انبار کرد آنگاه آنها را در بهار با گرم شدن آب حوضچه ها مجدداً به باغ آبی انتقال داد (۵).

حضور جلبک ها در باغ های آبی :

جلبک های تالاب ها می توانند از انواع زیر باشند :

۱) جلبک های تاژکدار (filamentous) نظیر : جلبک های نخ مانند (stringy) یا موئین (hair-like).

۲) پلانکتون هایی (planktonic) که موجب سبز شدن رنگ آب در تالاب ها می شوند (۳).

جلبک های شناور آزاد (free floating) از نوع میکروسکوپی هستند و آب تالاب را به رنگ سبز در می آورند. حضور جلبک های میکروسکوپی در تالاب ها بیانگر سلامت آب و حالت تعادل در اکوسیستم های آبی است. آب های سبز رنگ تالاب ها مؤید وجود بسیار زیاد عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می باشد که در نتیجهٔ فساد گیاهان ، جانوران و یا تخلیه فاضلاب ها شکل می گیرند. نابود کردن جلبک ها با مواد شیمیایی می تواند پس از مرگ سبب پوسیدگی آنان گردد و متعاقباً به حضور عناصر غذایی مازاد در آب تالاب بینجامد که مشکلات عدیده ای را بوجود خواهد آورد (۷).

جلبک ها یا آلگ ها را می توان در اغلب تالاب ها یافت. صدها گونه از جلبک ها وجود دارند که آنها را می توان در باغ های تالابی (garden ponds) پرورش داد امّا باید توجه داشت که آنها به شدت ازدیاد پذیر هستند. سرعت تکثیر جلبک ها در تالاب های مناطق گرمسیری بسیار شدیدتر است زیرا اینگونه تالاب ها سرشار از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان سبز می باشند (۷،۵).

هرگاه جمعیت گیاهی و جانوری باغ های آبی در حد تعادل باشند آنگاه آب تالاب شروع به شفاف شدن می نماید. آب تالاب ها هیچگاه کاملاً پاک نیستند زیرا اکثر تالاب ها دارای پلانکتون ها و از جمله "پروتوزوآ" و جلبک های میکروسکوپی اند، که به حالت معلق در آب زندگی می کنند.

گیاهان تالاب های متعادل بطور روزانه به جذب دی اکسید کربن و آزادسازی اکسیژن می پردازند درحالیکه ماهی ها بر عکس این عمل انجام می دهند.

ماهی ها از جلبک ها، حشرات ریز، نوزادان قورباغه (tadpoles)، حلزون های آبی و "پروتوزوآ" در ضمن واکاوی بستر باغ های آبی برای غذا تغذیه می کنند (۵).

جلبک ها معمولاً خودشان را به کناره های تالاب ها می چسبانند و به حالت بی ضرر باقی می مانند. برخی گونه های جلبک ها نظیر "blanket weed" در شرایط ایده آل می توانند تا یک فوت در روز گسترش یابند و سریعاً به دلمه ای ضخیم و قابل گندیدن در سطح تالاب تبدیل گردند (۳).

حضور اغلب جلبک ها موجب مزاحمت های عدیده ای در اکوسیستم باغ های آبی می شود که از جمله آنها عبارتند از : چسبیدن به گیاهان و دکورهای داخل آب ، تیره کردن رنگ آب ، محدود کردن فضای رشد ماهی ها و گیاهان آبزی (۳).

تراکم جلبک ها بویژه در شب ها و روزهای ابری می تواند از میزان اکسیژن محلول در آب به شدت بکاهد، بگونه ای که شرایط را برای جانوران آبزی خطرناک می گرداند (۳).

لازم است هر ۳-۲ سال یکبار نسبت به تخلیه آب تالاب و بستر مواد آلی پوسیده اش (muck) اقدام گردد، تا از تولید بوی بد جلوگیری بعمل آید (۵).

کنترل جلبک های باغ آبی :

رشد شدید جلبک ها در باغ های آبی مؤید مازاد مواد غذایی محلول در آب می باشد لذا برای رهائی از این معضل باید به طرق زیر عمل گردد :

۱) کاهش جیره غذایی ماهیان

۲) کاهش کوددهی گیاهان آبزی

۳) تعویض آب تالاب با آب تازه

۴) افزایش تعداد گیاهان آبزی

۵) افزودن باکتری های فیلترها (۳).

بسیاری از افراد معمولاً با مشاهده رشد شدید جلبک ها سریعاً به کاربرد علفکش ها متمایل می گردند، در صورتیکه با این کار زندگی ماهی ها را به صورت مستقیم و غیر مستقیم (تجزیه بقایا) به مخاطره می اندازند(۳).

برخی از افراد نیز برای کاهش رشد جلبک های باغ های آبی اقدام به افزودن حلزون های آبزی در آن می نمایند درحالیکه حلزون های آبی به سرعت تکثیر می گردند و ضمن تغذیه موجب حذف بسیاری از گیاهان آبزی می شوند. همچنین تعدادی از حلزون های آبی ممکن است به اکوسیستم های آبی مجاور نیز سرایت نمایند و سبب آسیب جدی به محیط زیست اطراف گردند (۳).

جانوران باغ های آبی :
جانورانی (fauna) که قابلیت و امکان حضور در باغ های آبی را می یابند عبارتند از :
۱) انواع ماهی ها (fishes) نظیر: ماهی کپور زینتی (Coi) و ماهی طلائی (golden fish)
۲) حلزون های آبی (aquatic snails) نظیر : Apple snails و Melantho snails
۳) دوزیستان (amphibians) نظیر :
۳-۱) قورباغه ها (frogs)
۳-۲) لاک پشت ها (turtles)
۳-۳) خزندگان (reptiles) نظیر : مارمولک ها (lizards) ، مارها (snakes) ، سمندر آتشین (fire salamanders)
۴) پرندگان (birds) نظیر : اردک های وحشی و اهلی (ducks)
۵) جانوران شکارچی نظیر : راکون ها (raccons) ، ماهیخوارها (herons) ، گربه وحشی (wild cat) و کپور زینتی (koi) (۷).

افزودن ماهی ها به باغ های آبی :
همواره می توان از تعدادی ماهی کوچک بویژه انواع بومی در حوضچه های نگهداری آبزیان و گیاهان آبزی سود جُست (۵).
وجود ماهی ها در باغ های آبی باعث می شود که از تزاید پشه ها و جلبک ها جلوگیری گردد و با ظاهری زیبا جلوه گری نمایند.
وجود ماهی ها همچنین می تواند به ریشه کنی گیاهان آبزی از طریق تغذیه از آنها منتهی شود.
به هر حال فعالیت ماهی ها ممکن است سبب لجنی شدن آب تالاب ها گردد (۵).

افزودن ماهی ها (fish stocking) در تعداد زیاد به باغ های آبی از اشتباهات مهمّی است که غالباً در این زمینه ها رُخ می دهند.
تعداد مناسب ماهی های باغ های آبی بستگی به عوامل زیر دارد :
اندازه باغ آبی ، اندازه ماهی ها ، دمای آب ، میزان تابش نور خورشید ، وضعیت هوادهی و وضعیت تصفیه آب تالاب (۳).
باغ های آبی فاقد سیستم هوادهی به ازای هر ۴/۵ فوت مربع می توانند پذیرای یک عدد ماهی به طول ۱۲ اینچ باشند ولیکن باغ های آبی مجهز به سیستم هوادهی قادرند پذیرای یک عدد ماهی به ازای هر ۳-۲ فوت مربع گردند.
بعنوان مثال : یک باغ آبی به طول ۱۵×۹ فوت دارای مساحتی به میزان ۱۳۵ فوت مربع است که می تواند پذیرای ۳۰ عدد ماهی کپور زینتی (koi) ۱۲ اینچی باشد (۳).

مهمترین انواع ماهیان زینتی که برای نگهداری در باغ های آبی انتخاب می شوند عبارتند از :
Common goldfish ، shubunkin (calico) ، comet ، fantail و koi carp .
در این میان کپورهای زینتی قادرند به مدت ۷۰-۶۰ سال زندگی کنند و بسان یک حیوان خانگی (pet) مطلوب مفید واقع گردند (۳).

ماهی هایی نظیر : ماهی طلائی و کپور زینتی نسبت به اکسیژن کم حوضچه های کم عمق مقاومند لذا نگهداری آنها آسانتر است درحالیکه بسیاری از ماهی های بومی خواهان اکسیژن محلول فراوانی هستند که لازمه اش حوضچه های بزرگتر و یا نصب سیستم هوادهی مناسب خواهد بود (۵).

ورود ماهی ها به باغ های آبی را بهتر است لااقل تا ۲ هفته پس از کاشت گیاهان آبزی به تأخیر اندازید(۵).

در صورتیکه از آب شهر برای پُر کردن حوضچهٔ باغ های آبی سود می جوئید، لااقل به مدت ۳ روز از ریختن ماهی ها درون حوضچه خودداری ورزید تا کلر موجود در آب تازه تماماً متصاعد گردد (۵).

ماهیان زینتی را در زمان اضافه کردن به آب تالاب باید بخوبی با شرایط جدید سازگار (acclimating) نمائید. برای این منظور بهتر است پلاستیک حاوی آب و ماهی ها را به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در داخل تالاب تالاب رها سازید سپس ابتدا مقداری از آب تالاب را به داخل پلاستیک اضافه کنید و متعاقباً پلاستیک را از آب و ماهی ها تخلیه نمائید (۳).

تا زمانی که مطمئن به حضور لاروهای حشرات به قدر کافی در باغ های آبی نیستید، باید به تغذیه دستی ماهی ها تداوم بخشید (۵).

تغذیه ماهیان باغ آبی :

غذادهی مازاد ماهی ها از مشکلات مرسوم در حفظ و نگهداری باغ های آبی است.
اصولاً غذای ماهی ها شامل دو بخش : جیره نگهداری و جیره رشد می باشد.
غذای نگهداری و رشد ماهی ها بستگی به اندازهٔ ماهی ها دارد.
بطور کلی میزان غذای نگهداری ماهی ها حدود ۱ درصد وزن آنها را برای ۵ روز در هفته تشکیل می دهد درحالیکه میزان غذای رشد ماهی ها باید روزانه حدود ۳ درصد وزن آنها را در دمای حدود ۷۰ درجه فارنهایت تشکیل دهد.

غذای ماهی ها باید به اندازه ای باشد که بتوانند آن را در اقالیم گرم طی ۵ دقیقه مصرف نمایند. هر گاه ماهی ها نتوانند جیره تخصیصی را طی مدت ۱۵ دقیقه مصرف کنند، نشاندهنده غذای مازاد و یا بیمار شدن ماهی ها است.
میزان غذای ماهی ها در شرایط دمایی کمتر از ۴۵ و بیش از ۹۰ درجه فارنهایت باید کاهش یابد زیرا ماهی ها در موارد تنش دمایی به میزان کمتری تغذیه می کنند.
افزودن غذای مازاد به تالاب ها موجب تشکیل توده های بزرگ جلبک (algal blooms) می شود که سبب تخلیه اکسیژن محلول و بروز بیماری های میکربی در ماهی ها می گردد (۳).

کنترل جمعیت ماهی ها در باغ های آبی :

ازدیاد جمعیت ماهی ها در باغ های آبی می تواند :
۱) رشد آنها را محدود سازد.
۲) سلامتی آنها را به مخاطره اندازد.
۳) کیفیت آب تالاب را نقصان بخشد (۳).

بسیاری از تخم ها و بچه ماهی ها توسط ماهی های بزرگتر و حشرات تالاب خورده می شوند امّا زنده ماندن تعدادی از آنها نیز می تواند باعث جمعیت مازاد ماهی های تالاب ها گردند.
برای کنترل جمعیت ماهی های تالاب می توان به روش کنترل بیولوژیک اقدام نمود. برای این منظور معمولاً از "خورشید ماهیان" (sunfish) از جمله ماهی "آبشش آبی" (bluegill) استفاده می کنند. این قبیل ماهی ها بسیار پُرخور و تهاجمی هستند و قادرند به تغذیه از تخم ها و بچه ماهیان بپردازند. بعلاوه بسیاری از آنها علاوه بر زینتی بودن ، دارای رشد زیاد نمی باشند (۳).

کنترل بیماری ماهی های باغ آبی :

باید توجه داشت که بیماری ماهی های باغ آبی در اثر وقوع تنش ها افزایش می یابند لذا آگاهی از نشانه های تنش می تواند به تشخیص بیماری کمک نماید. برخی از تنش ها و نشانه های بیماری ماهی ها عبارتند از :

۱) کاهش یا قطع تغذیه (no feeding)
۲) مکیدن هوا از سطح آب (piping)
۳) چرخش جانبی سریع (flashing)
۴) مالیدن بدن به اشیاء (rubbing)
۵) گیج رفتن (whirling)
۶) خرد شدن باله ها (shredded fins)
۷) ظاهر زخمی (visible sores)
۸) تغییر رنگ (discoloration) (۳).

کنترل شکارچیان باغ های آبی :

باغ های آبی برای حیات وحش بسیار جذاب هستند لذا ممکن است برخی شکارچیان از آن بعنوان مکانی جهت ارتزاق استفاده کنند. شکارچیانی چون : پرندگان ، گربه ها ، راکون ها ، لاک پشت ها ، قورباغه ها و سایر حیوانات وحشی می توانند بعنوان مشکل مطرح گردند لذا باید از حضور آنها در باغ های تالابی ممانعت بعمل آورد.

نصب توری بر فراز باغ های آبی می تواند مانع حضور پرندگان شکارچی شود ولیکن از جذابیت تالاب ها می کاهند.

جغدها و قوش های پلاستیکی ممکن است برخی پرندگان را بترسانند و فراری دهند امّا کارآئی دائمی و کامل ایجاد نمی کنند (۳).

تأمین عناصر غذایی باغ های آبی :

عناصر غذائی مورد نیاز باغ های آبی از طرق زیر حاصل می گردند :

۱) جیره غذائی ماهی ها (fish feed)

۲) فضولات (waste)

۳) تجزیه برگ ها (decomposing leaves)

۴) کودهای مصرفی برای رشد گیاهان (fertilizers)

۵) انواع مواد آلی (organic matters) (۳).

در تالاب هایی که در وضعیت متعادل قرار دارند، معمولاً گیاهان آبزی به جذب عناصر معدنی محلول در آب تالاب می پردازند و بدینطریق شرایط را برای رشد جلبک ها دشوار می سازند لذا در مواردی که میزان عناصر غذایی محلول در آب تالاب به شدت افزایش می پذیرند آنگاه رشد جلبک ها تحریک خواهد شد(۳).

مراحل احداث باغ های آبی :

باغ های آبی را طی مراحلی به شرح زیر احداث می نمایند :

مرحله اوّل) طراحی باغ آبی :

نخستین مرحله برای احداث یک باغ آبی آن است که نوع آنرا انتخاب نمائید. بنابراین باید تصمیم بگیرید که قصد ایجاد چه نوع از "زندگی آبی" (aquatic life) را در "باغ تالاب" یا "باغ آبی" دارید ؟

آیا قصد ایجاد محلی برای زندگی جانوران آبزی از جمله ماهیان زینتی نظیر "ماهی طلائی" یا "کپور زینتی" را دارید ؟

آیا هدف اصلی شما منحصر به پرورش گیاهان آبزی است ؟

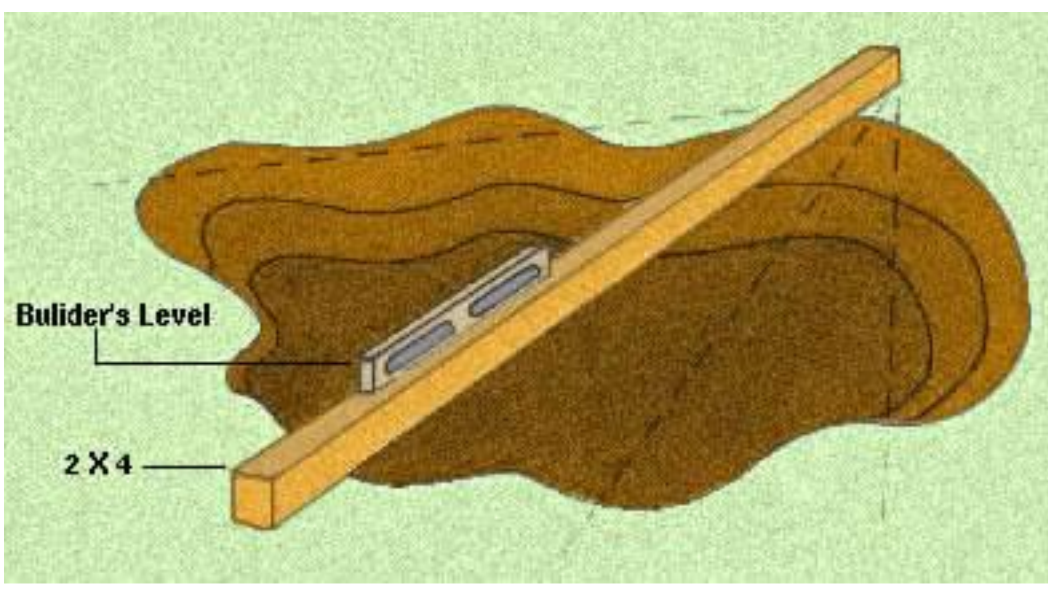
شاید قصد ایجاد حوضچه ای را دارید که فقط به صدای ریزش آب از آبشار یا فواره هایش گوش فرا دهید.

به هر حال برای دستیابی به هر نوع از باغ های آبی باید به طراحی ویژه ای دست یازید.

در صورتیکه برای اولین دفعه به ساخت باغ آبی اقدام می ورزید، توصیه می شود که این کار را با ساختن یک باغ آبی کوچک آغاز کنید زیرا بدین ترتیب محدود به بکارگیری گونه های کمتری از گیاهان و جانوران آبزی خواهید بود (۶).

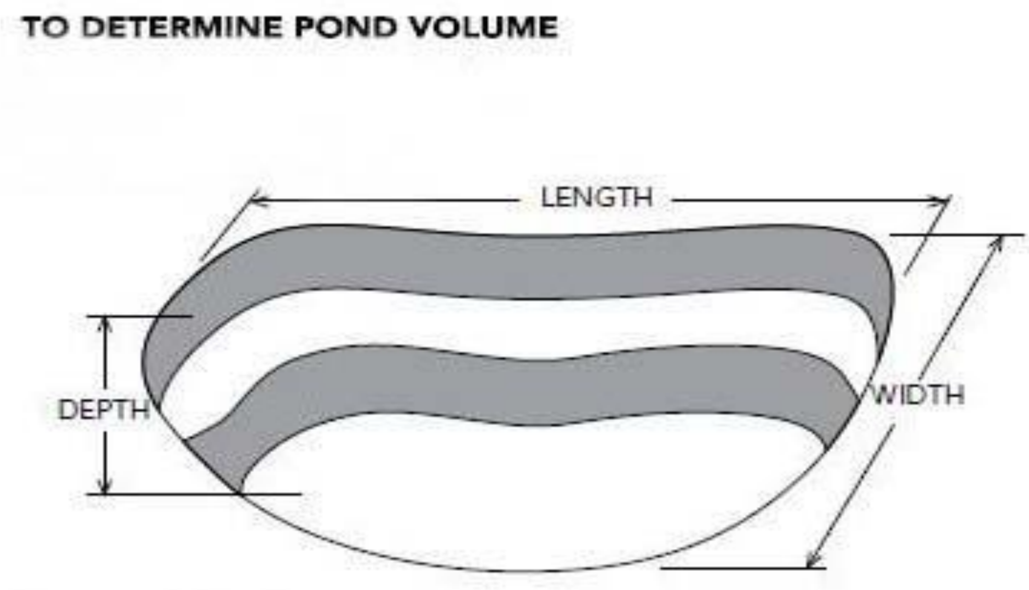
۱-۱) حوضچه پرورش ماهیان زینتی :

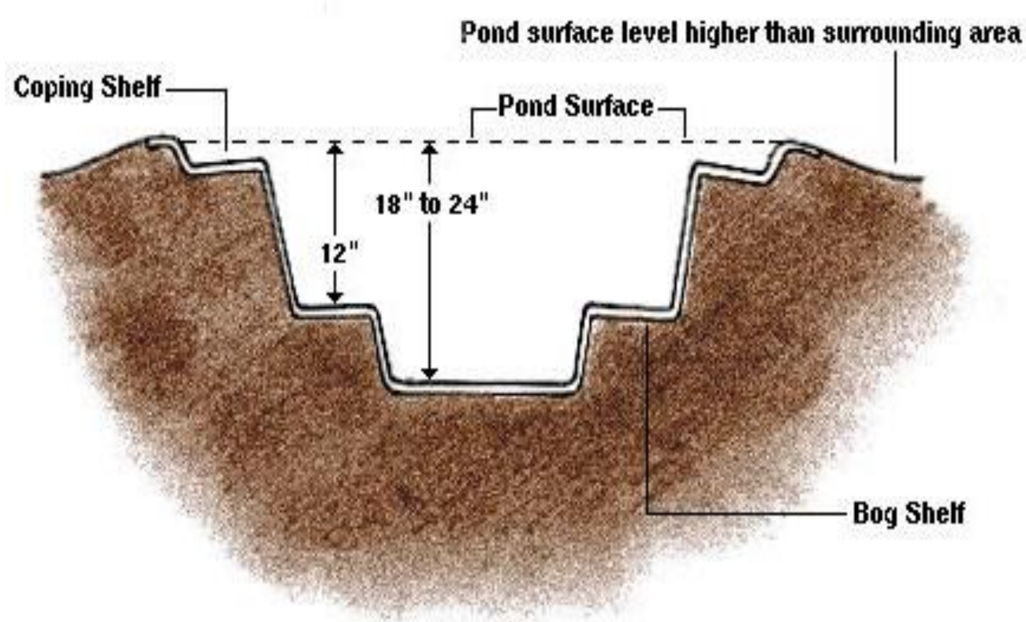
ساختار حوضچه پرورش ماهیان زینتی (koi pond) با باغ آبی متفاوت است زیرا ماهیان زینتی موجب محدودیت رشد گیاهان زینتی می گردند. از جمله اینکه کپورهای زینتی از برخی گیاهان آبزی تغذیه می نمایند. بر این اساس حوضچه زینتی باید اندکی بزرگتر ساخته شود تا ماهیان زینتی بتوانند در آن بخوبی رشد کنند و تکثیر گردند. بنابراین توصیه شده است که حوضچه های پرورش ماهیان زینتی نباید حجمی کمتر از ۱۰۰۰ گالن داشته باشند و این حوضچه ها حداقل باید در بخشی از مساحت خویش دارای عمق ۴-۳ فوت و یا بیشتر گردند (۶).



۱-۲) باغ آبی :

بسیاری از باغ های آبی مشتمل بر گیاهان آبزی و ماهیان زینتی هستند. باغ های آبی که در اقالیم معتدله ساخته می شوند، حداقل باید دارای ۲ فوت عمق باشند درحالیکه عمق آب را در اقالیم سرد می توان افزایش داد زیرا سطح آب در مناطق حائز یخبندان می تواند لااقل به ضخامت ۱۶-۱۲ اینچ یخ بزند (۶).

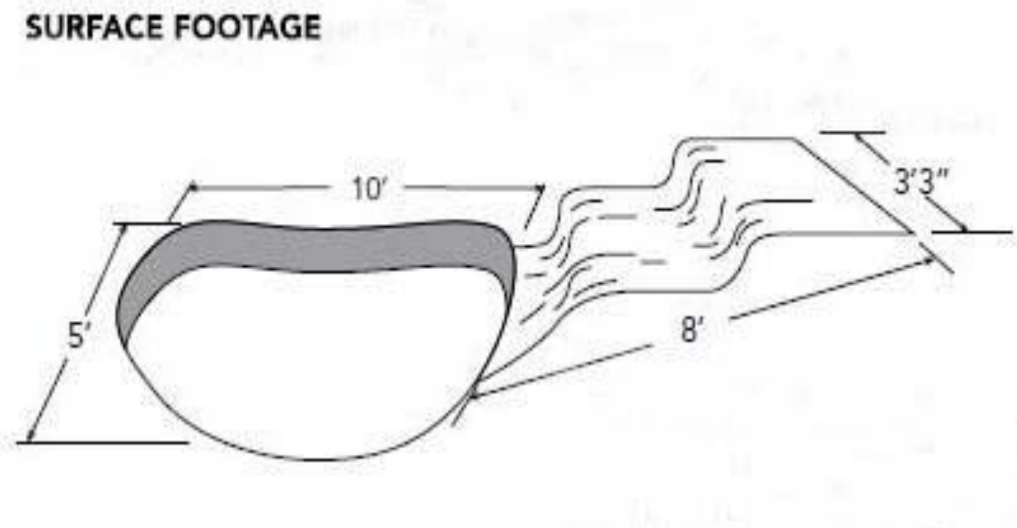




مرحله دوّم) ساختن فواره یا آبشار باغ آبی :

دوّمین مرحله از احداث یک برکه یا حوضچه مربوط به انتخاب مکان مناسب است. برخی از مردم خواهان احداث اینگونه حوضچه ها در جوار منازل هستند لذا ترجیح می دهند تا آنرا در موقعیتی بسازند که بتوانند در سرتاسر سال از تماشایش لذت ببرند.

بطور کلی تالاب هایی که بتوانند برخی از اجزای حیات وحش نظیر پروانه ها و پرندگان را بخود جلب نمایند، از زیبائی بیشتری برخوردارند. موقعیت باغ های آبی باید بگونه ای باشد که محل تجمیع رواناب بارندگی ها نگردند زیرا بدینطریق امکان انتقال کودها و مواد شیمیایی و همچنین بقایای آلی به داخل تالاب وجود دارند لذا برای این منظور ممکن است نیازمند تغییر وضعیت عوارض زمین اطراف منازلتان باشید(۶).



A formal watergarden, fountain and waterlillies

توصیه می گردد که از احداث حوضچه ها و برکه ها در جوار درختان بپرهیزید.
برگ های خزان یافته و سایر ضایعات را بطور منظم از داخل برکه پاکسازی کنید.
در صورتیکه مایل به پرورش گیاهان آبزی نظیر "سوسن آبی" در داخل برکه هستید، لزوماً باید آنرا در مکان هایی احداث نمائید که روزانه حداقل به مدت ۶-۴ ساعت در معرض نور مستقیم خورشید واقع گردد.
برکه هایی که در شرایط سایه قرار دارند، فقط برای پرورش ماهیان زینتی مناسبند (۶).

ایجاد چرخش در آب تالاب (water circulation) ضرورت ندارد ولیکن استفاده از پمپ هوادهی به شما امکان می دهد که از تعداد ماهیان زینتی بیشتری نگهداری کنید و گیاهان آبزی سالم تری پرورش دهید.
از یک پمپ می توانید برای بکار انداختن یک فیلتر تصفیه و همچنین فواره یا آبشار استفاده کنید.
صدایی که از جاری شدن آب ایجاد می شود، می تواند بر جذابیت برکه یا حوضچه شما بیفزاید.
بسیاری از برکه ها از فیلترهای بیولوژیک (biological filter) بهره می گیرند. این موضوع بویژه در مواردی که از ماهیانی چون کپور زینتی یا ماهی طلائی سود می جوئید، دارای اهمیّت بیشتری است. فیلترهای بیولوژیک دارای انواع مختلفی هستند که باید متناسب با حوضچه های پرورش یا باغ های آبی انتخاب گردند(۶).

مرحله سوّم) انتخاب اندازۀ حوضچه باغ آبی :
برای این منظور می توان به تعیین شکل حوضچه بر سطح زمین با کمک طناب یا شیلنگ آب اقدام ورزید.
حوضچه هایی که برای پرورش "سوسن آبی" در منطقه بندی اقلیمی ۵ یا بیشتر (hardiness zone 5) ساخته می شوند، باید در حدود ۲ فوت عمق داشته باشند. بعلاوه حوضچه هایی که در اقالیم سردتر احداث می گردند، باید دارای عمق بیشتری گردند تا از انجماد زمستانه در امان بمانند.
حوضچه هایی که دارای ماهیان بزرگتری نظیر کپورها می باشند، باید از عمق بیشتری برخوردار شوند، تا فضای کافی برای حرکت آنها بوجود آید.

فضای متعلق به حوضچه ها را هیچگاه نباید بسیار کوچک انتخاب نمود زیرا نگهداری حوضچه های بزرگتر بسیار آسان تر و پایدارتر است.
بخاطر داشته باشید که فضای حقیقی حوضچه ها در واقع حدود ۳۰ درصد کمتر از آن چیزی است که طراحی نموده اید لذا بهتر است اندکی بر طول ، عرض و عمق آن بیفزائید تا جبران گردد (۶).

مرحله چهارم) حفر حوضچه مطابق با طرح باغ آبی :
برای کاشت گیاهان آبزی در کناره های حوضچه باید طاقچه ای به عمق و عرض یک فوت در گرداگرد آن حفر نمائید. در صورتیکه خواهان ایجاد آبشار هستید، باید مابقی حوضچه را با سراشیبی کم ایجاد کنید، تا در پایان به محل ریزش آبشار منتهی شود (۶).

مرحله پنجم) احداث فیلترها و آشغال گیرها در حوضچه :
دستگاه حذف آشغال (pond skimmer) را در کنارۀ حوضچه و در سطح مناسب تعبیه می کنند سپس باید اقدام به حفر خندقی از محل حوضچه به سمت خارج نمود تا ضمن استقرار فیلتر خارجی به ایجاد آبشار منجر گردد ولیکن در غیر این صورت باید به تعبیه فیلتر شناور یا نوع غوطه ور آن مبادرت ورزید(۶).

مرحله ششم) بتن ریزی کف حوضچه :
کف حوضچه ها را می توان بصورت قطعات مجزا و یا یکسره تهیّه نمود سپس آنها در جوار یکدیگر استقرار بخشید و آب بندی نمود (۶).

مرحله هفتم) پوشاندن سطح بتن کف حوضچه :
یک لایه لاستیکی را جهت آب بندی مطلوب در کف تالاب مستقر سازید. این لایه باید بسیار نازک و بدون چین خوردگی و درز باشد تا پس از افزودن آب به داخل حوضچه بطور کامل به کف آن بچسبد (۶).

مرحله هشتم) ایجاد جویبار و آبشار باغ آبی:
آبشار می تواند مستقیماً به داخل حوضچهٔ باغ آبی بریزد و یا بخشی از یک جویبار جانبی باشد. عرض جویبار بجز در محل ریزش آن به داخل حوضچه می تواند پهن تر باشد، تا امکان قرار دادن سنگ ها در حواشی مسیر جریان آب بوجود آید. جایگاه سنگ ها و مسیر جریان آب را می توان با بتن مستحکم ساخت تا به سادگی جابجا نگردند (۶).


formal water garden with natural materials and an irregular shape.

مرحله هفتم) اتصال پمپ و فیلتر آب :
آب حوضچهٔ باغ آبی را با کمک لوله هایی به دستگاه های فیلتر و پمپ آب متصل سازید (۶).

مرحله هشتم) استحکام بخشی مسیر جویبار :
با کمک ملات یا شفته به استقرار و استحکام سنگ ها در اطراف مسیر جویبار بپردازید، تا بمرور ریزش ننمایند. حجم حوضچه را تا نزدیک به لبه اش از آب تمیز پُر کنید (۶).

مرحله نهم) زیباسازی اطراف باغ آبی :
به ظواهر حوضچهٔ باغ آبی از نظر افزودن مواردی چون : نور مصنوعی ، تخته سنگ ها و درختچه های زینتی آبدوست در اطراف آن بپردازید (۶).

مرحله دهم) حذف کلر از آب حوضچه :
برای حذف گاز کلر (chlorine) و ترکیبات ازته اش (chloramines) باید از یک دستگاه "کلرزدا" (dechlorinator) در سیستم الحاقی باغ آبی استفاده نمائید (۶).

مرحله یازدهم) کشت گیاهان آبزی :
گیاهان آبزی را در داخل حوضچه مستقر سازید. این گیاهان می توانند شامل : "آناکاریس" (anacharis) ، سنبل آبی (water hyacinth) ، "پَر طوطی" (parrot`s feather) و "باکوپا" (Bacopa) باشند.
از "سوسن آبی" (water lilies) و سایر گیاهان آبزی که دارای برگ های شناور هستند، می توان برای ایجاد سایه تا میزان ۶۶ درصد برای موقعیت های کاملاً آفتابگیر بهره گیرید (۶).

در این مرحله همچنین می توان از باکتری ها برای تصفیه بیولوژیک آب برکه ها و حوضچه ها استفاده کنید.
در این راستا ایده آل آن است که ابتدائاً تا مدت چند هفته فقط تعداد کمی ماهی به حوضچه اضافه نمائید، تا استقرار باکتری ها در سطح برکه بخوبی صورت پذیرد (۶).

باغ های جویباری :

در باغ های جویباری (stream gardens) اقدام به استقرار تخته سنگ های بزرگ در مسیر جریان آب می نمایند تا با ایجاد حالت آبشاری بر سرعت جریان آب افزوده گردد. تخته سنگ ها در باغ های جویباری باعث آشفتگی ، پراکنش و حباب دار شدن آب جاری می شوند و ضمن ایجاد صدای دلپذیر می توانند پناهگاهی برای گیاهان میکروسکوپی ، ماهیان کوچک و حیات وحش باشند.

استقرار صحیح تخته سنگ ها در مسیر جریان آب جویبارها می تواند در اثر آشفته سازی آب به تزاید اکسیژن محلول در آب بینجامد و بدینطریق از بروز عارضه نقصان اکسیژن در بدن آبزیان موسوم به "هیپوکسیا" (hypoxia) جلوگیری نماید. در روند آشفته سازی آب هر چه حباب های بیشتری ایجاد شود ، موجب اکسیژن محلول بیشتری در آب جاری خواهد شد (۷).

باغ های بارانی :

صاحب خانه ها در بسیاری از کشورها می توانند به ایجاد بخشی از حیاط که از آب باران مشروب گردد، همّت گمارند. این نوع باغچه ها موسوم به "باغ های بارانی" (rain gardens) قادرند مکانی برای رشد گل های وحشی و سبزیجات اهلی باشند که بجز آب حاصل از بارندگی های جاری از ناودان ها هیچگونه نیازی به آبیاری بویژه در ماههای پُرباران نخواهند داشت.

باغ های بارانی می توانند محل تجمیع آب حاصل از نزولات آسمانی باشند. آنها همچنین قادرند ۳۰ درصد بیش از اراضی عادی به نفوذ آب در خاک کمک نمایند و مانع ایجاد رواناب ها شوند تا بدینگونه از شکل گیری سیلاب ها جلوگیری گردد زیرا سیلاب ها می توانند باعث جریان یابی آلودگی ها از خیابان ها شوند و منابع آب های سطحی را دچار معضل سازند (۴).

The perimeter of a rain garden is defined with string before digging.

مهمترین فواید ایجاد باغ های بارانی عبارتند از :

۱) نفوذ دادن آب باران پس از فیلتراسیون به داخل زمین و تقویت سفره های آب زیرزمینی (aquifers) منطقه ای

۲) رفع بخشی از مشکلات جوامع در مورد وقوع سیلاب ها و معضلات زهکشی آنها

۳) جلوگیری از آلودگی جویبارها و دریاچه های حاشیه شهرها متعاقب وقوع بارندگی های شدید که با حمل کودها ، آفتکش ها ، مواد نفتی زائد خودروها و خُرده های آسفالت خیابان ها همراه هستند.

۴) افزایش زیبائی مناظر حواشی منازل و اماکن
۵) ایجاد محیطی برای فعالیت پروانه ها ، پرندگان و حشرات مفید (۴).

در صورتی که اطراف ساختمان یا منزل مورد نظرتان دارای شیب بیش از ۱۲ درصد است، توصیه می گردد که مکان احداث باغ بارانی را در فاصله دورتری که حائز اراضی مسطح تری است، انتخاب نمائید و آب باران را توسط نهرچه ها و یا شیلنگ ها از انتهای ناودان ها به آنجا هدایت کنید.
برای احداث باغ بارانی در شیب های ۱۰ درصد نیازمند کندن زمین به عمق ۱۲ اینچ خواهید بود (۴).

باغ های بارانی که دور از منازل احداث می شوند، می توانند علاوه بر آب ناودان ها از رواناب چمن های اطراف نیز بهره مند گردند. محل احداث باغ های بارانی بهتر است حداقل ۱۰ فوت با ساختمان ها و منازل فاصله داشته باشند تا آب نفوذ یافته در آنها به زیربنای (فوندانسیون) ساختمان آسیب نرساند (۴).

هیچگاه باغ های بارانی را در مکان های کاملاً سایه نظیر کانوپی درختان بزرگ و یا بخش شمالی دیوارهای بلند احداث نکنید. البته باغ های بارانی با شرایط نیمه سایه می تواند موفقیت نسبی را امکانپذیر سازد (۴).

توجه داشته باشید که اکثر ساختمان ها دارای بیش از یک ناودان هستند لذا برای بهره گیری از تمامی بارانی که از بام جاری می شود، باید به مرتبط ساختن ناودان ها با همدیگر اقدام کنید (۴).

خاک باغ های بارانی می تواند شامل : ۱۵ درصد شن ، ۲۵ درصد سیلت و ۳۰ درصد رس باشد تا بتواند تأمین کنندهٔ رطوبت و هوادهی مناسب برای گیاهان باشد (۴).

هرگاه مایل به ایجاد باغ های بارانی بزرگتری (بیش از ۱۰×۱۰ متر) هستید، لازم است آنرا به چند بخش کوچکتر تقسیم نمائید (۴).

On a gentle slope, soil from digging out the garden can be used to create the berm. This rain garden is 4 inches deep.

Digging with a rented backhoe.

برای احداث باغ بارانی بشرح زیر عمل نمائید :

۱) انتخاب مکان

۲) کندن زمین

۳) تسطیح بستر

۴) ایجاد خاکریز محیطی (berm)

۵) تهیّه مخلوط مناسب خاک باغچه

۶) آبیاری

۷) کاشت

۸) مرتبط ساختن آب ناودان به باغچه (۴).

An extension of PVC pipe helps direct downspout water to this rain garden.

منابع و مآخذ :

1) Atlantic W. G. – 2017 – Water garden ; table of contents – www.atlanticwatergardens.com

2) Atlantic – 2016 – Water garden instruction manual – www.atlanticwatergardens.com

3) Masser , Michael P. – 1999 – Water gardens – Southern Regional Aquaculture Centur (SRAC) , Publication No. 435

4) UWE – 2017 – Rain gardens ; a how to manual for homeowners – University of Wisconsin Extension Publication

5) W . D . P. – 2017 – Water gardens – Wildlife Diversity Program

6) W. G. – 2017 – How to build a water garden or fish pond ? – http://watergarden.com

7) Wikipedia – 2017 – Water garden – https://en.wikipedia.org

" چمن های ورزشی " ؛
"Sport sods"

گونه ها و واریته های گراس چمنی :

۱) برموداگراس (Bermudagrass) :

گیاه "برموداگراس" نسبت به خشکی و لگد شدن (عبورومرور) متحمل است امّا در شرایط سایه به خوبی رشد نمی کند. از واریته های مختلف "برموداگراس" می توان برای تهیّه چمن فضای سبز (lawn) ، زمین های گلف (golf courses) و میادین ورزشی (athletic fields) بهره گرفت.

بسیاری از ارقام هیبرید و اصلاح شدهٔ "برموداگراس" در قیاس با سایر انواع گراس های چمنی از برگ های لطیف تری برخوردارند. آنها قاعدتاً به مراقبت و نگهداری بیشتری از جمله : مووِرزدن مکرر و کوددهی بیشتر نیازمندند.

معروف ترین واریته های "برموداگراس" عبارتند از :

Baby ، Celebration ، CT-2 ، Common ، GN-1 ، Grimes EXP ، Quickstand ، Tifgreen ، Tifway ، Tifsport و Tifton 10 (۱).

۲) بوفالوگراس (Buffalo grass) :

واریته "بوفالوگراس" حتی در مناطقی با نزولات آسمانی کمتر از ۲۵ اینچ نیز سازگاری دارد. باید توجّه داشت که کاشت "بوفالوگراس" در شرایط پُر باران و یا فراوانی آبیاری ممکن است در معرض افزایش تهاجم سایر گراس ها و علف های هرز واقع شود. این واریته بهترین وضعیت رشد را در شرایط آفتابگیر ظاهر می سازد.

مهمترین ارقام "بوفالوگراس" عبارتند از :

Density ، Prairie ، Prestige و 609 (۱).

۳) سنتیپدگراس (Centipede grass) :

واریته "سنتیپدگراس" دارای رشد نسبتاً کند و برگ های خشبی است ولیکن خواهان رشد در شرایط کاملاً آفتابگیر می باشد. این واریته شرایط خشکی طولانی و لگدکوب شدن زیاد را متحمل نیست. واریته مزبور خواهان moوورزنی مکرر و کود اندک است.

مهمترین ارقام "سنتیپدگراس" عبارتند از :

Common و TifBlair (۱).

۴) سنت آگوستین گراس (St. Augustine grass) :

"سنت آگوستین گراس" از جمله گراس های چمنی فصل گرم است که بیشترین تحمّل را نسبت به شرایط سایه بروز می دهد. از گراس مزبور برای تدارک چمن تابستان بهره می برند زیرا در اثر سرمای زمستانه از بین می رود. این واریته نسبت به "برموداگراس" و "زوسیاگراس" به وقوع خشکی طولانی مدت حساس تر است امّا در صورت انجام آبیاری کافی می تواند به خوبی رشد کند گواینکه نیازمند مراقبتی در حد کم تا متوسط است.

مهمترین ارقام "سنت آگوستین گراس" عبارتند از :

Amerishade ، Captiva ، Delmar ، Floratam ، Palmetto ، Raleigh ، Sapphire و Seville(۱).

۵) زوسیاگراس (Zoysia grass) :
"زوسیاگراس" با شرایط اقلیمی مشابه "برموداگراس" سازگاری دارد. این واریته نسبت به خشکی متحمل می باشد ولیکن رنگ آن در شرایط خشکی طولانی به قهوه ای متمایل می گردد. واریته مزبور تحمل متوسطی نسبت به شرایط سایه دارد و لگدکوب شدن را نسبتاً متحمل است.
نوع ژاپنی آن با نام علمی "Zoysia japonica" دارای بافت متوسط و خواهان مراقبت متوسط می باشد.
نوع "Zoysia matrella" نیز که دارای بافت نرمی است، خواهان مووِرزدن مکرر و توانایی تحمل بیشتری نسبت به شرایط سایه می باشد.
مهمترین ارقام "زوسیا ژاپونیکا" عبارتند از :
Carrizo ، Crowne ، EL Toro ، Empire ، GN-Z ، Jamur ، Meyer و Palisades .
مهمترین ارقام "زوسیا ماتریلا" عبارتند از :
Cavalier ، Diamond ، Royal ، Y-2 ، Zeon ، Zorro و Emerald (۱).

ساختار زمین های ورزشی :
ساختار زمین های ورزشی (field construct) از اهمیت زیادی برخوردار است لذا توصیه می شود که قبل از اقدام به طراحی و تدارک زمین های ورزشی به مطالعات مبسوطی در مورد شرایط اقلیمی (آب و هوا، نوع خاک، شرایط توپوگرافی و موقعیت) محل اقدام نمایند (۵).

هزینه ایجاد زمین های ورزشی نیز از مباحث قابل توجه در تدارک الزامات آن می باشد که بستگی به عوامل زیر دارد :

۱) اندازه زمین چمن ورزشی (field size)

۲) موقعیت جغرافیائی (geographic location)

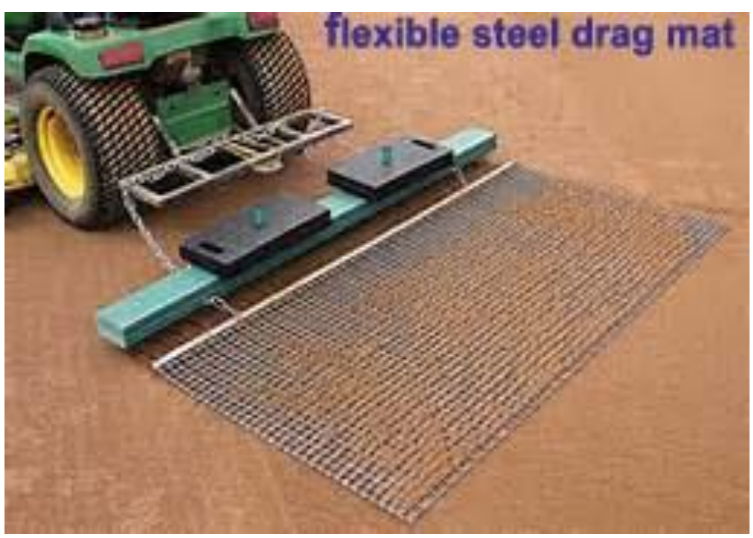
۳) هزینه های کارگری (labor costs)

۴) مقدار کار لازم برای آماده سازی سایت (site work required)

۵) سیستم آبیاری (irrigation system)

۶) تعداد تقریبی مسابقات هر فصل (number of games) (۵).

هزینه هر فوت مربع چمن ورزشی در ایالات متحده آمریکا حدوداً ۲/۵-۵/۲۵ دلار است (۵).



"جدول۱) موضوعات و اقدامات مهمّی که در راستای احداث زمین های چمن ورزشی ضرورت می یابند عبارتند از (۵) :

ردیف	اقدامات	ردیف	اقدامات
۱	معماری و مهندسی	۱۰	فرسایش و کنترل رسوب (دیواره سیلتی، دریچه های به دام انداختن رسوب
۲	ستون نورافکن ها	۱۱	دروازه های ورودی
۳	صدمات زیست محیطی	۱۲	گراس دائمی
۴	خدمات مشاوره ای	۱۳	نظارت
۵	گودبرداری و آماده سازی	۱۴	مجاری خروجی سیستم آبیاری
۶	جواز (پروانه) ساخت	۱۵	گودال جمع آوری مواد زهکشی
۷	اسناد ثبتی و بیمه	۱۶	مکان نیمکت ذخیره ها
۸	برآورد هزینه	۱۷	پیاده روها
۹	خاکریزی	۱۸	حصارکشی

آماده سازی بستر کاشت چمن :

چمن ها بیشترین بقاء و ماندگاری را زمانی بروز می دهند که بستر کشت بذور آنها را به خوبی آماده گردانند و کاشت بذورشان در زمانی انجام پذیرد که خاک از رطوبت کافی و مناسب برخوردار باشد (۱).

نصب و استقرار چمن های آماده :

چمن های آماده در حقیقت نوعی کالای سریع الفساد محسوب می شوند لذا نصب آنها باید لغایت ۳۶ ساعت پس از برداشت انجام پذیرد. برای این منظور ابتدا بستر چمن را بلافاصله قبل از نصب با ریک سبکی تیمار می دهند سپس اولین ردیف از نوار چمن های آماده را در راستای طویل ترین قطر زمین ورزشی استقرار می بخشند آنگاه فواصل اطراف ردیف اصلی را با قطعات کوچکتری از چمن های آماده می پوشانند.

لایه های چمن آماده را در کنار همدیگر به گونه ای محکم سازید که اندکی ایجاد چروک گردد سپس اجازه دهید تا اندکی خشک شوند و آماده ریشه دوانی در پی آبیاری آتی گردند.

سعی کنید تا حداقل فشردگی خاک در حین نصب چمن های آماده حاصل آید و از جمله مسیر حرکت چرخ های دستگاه حمل یا فرغون ها را با تخته سه لائی پوشش دهید.

لایه های چمن را بر سطح خاک به خوبی بچسبانید و هوای زیر آنها را خارج سازید تا به شکلی یکنواخت در تماس با خاک قرار گیرند و بتوانند به خوبی ریشه بدوانند.

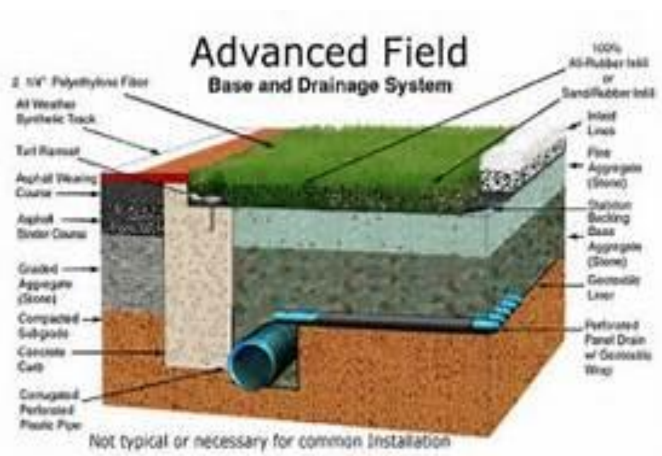
سطح چمن ها را متعاقب نصب آنها آبیاری نمائید، به گونه ای که تا عمق ۴ اینچ کاملاً مرطوب گردد. سطح زیر چمن را در چند نقطه بررسی نمائید، تا از صحت و یکنواختی آبیاری اطمینان حاصل شود (۱).

مراقبت از چمن های ورزشی تازه :

برای تشویق لایه های چمن تازه نصب به ریشه دوانی باید هر ۳-۲ روز یکبار به آبیاری اقدام ورزید. این کار را همچنین با بررسی مکرر سطح زیر چمن انجام دهید. باید توجه داشت، چمن هایی که در طی فصل سرما به حالت دورمانسی می باشند، غالباً نیاز کمتری به آبیاری دارند زیرا ریشه دوانی آنها تا آغاز بهار به تعویق می افتد.

در مناطق گرم که دمای هوا بیش از ۸۰ درجه فارنهایت می باشد، لازم است که آبیاری چمن های تازه نصب شده را هر روز تداوم بخشند تا در ریشه دوانی آنها تعجیل به عمل آید. البته پس از ریشه دوانی چمن ها باید بر عمق آبیاری افزوده شود زیرا این موضوع باعث می گردد که بر عمق ریشه های چمن افزوده شود و بدینطریق تحمل بیشتری در برابر خشکی بروز دهند.

موورزنی چمن ها را پس از وثوق ریشه دهی عمیق آنها آغاز می کنند و متعاقباً از تعداد آبیاری ها می کاهند. هر چه بر تعداد موورزنی ها افزوده شود و همچنین خاک بستر درزمان موورزدن از خشکی و استحکام کافی برخوردار نباشد، باعث می شود تا بر آثار مخرب عبور چرخ های موور افزوده گردد(۱).



مدیران چمن های شهری و ورزشی :

مدیریت گراس های چمنی به عنوان یک حرفه نیازمند برخورداری از مهارت های ویژه ای است تا بتوانند پاسخگوی نیازهای مراجعین و متقاضیان در ارتباط با چمن های خانگی یا ورزشی باشند. چنین افرادی مسئول حفظ و آماده سازی زمین های چمن ورزشی برای ورزش هایی چون : فوتبال معمولی (سوکر) ، فوتبال آمریکائی (راگبی) ، سافت بال ، گلف ، چمن پارک ها و فضاهای سبز محسوب می شوند.

مدیران چمن ها باید در زمینه های : گیاهان چمنی، خاک ها، عملیات آبیاری، کنترل آفات، بودجه بندی منابع، مدیریت پرسنل و دیپلماسی دارای آگاهی و دانش مناسبی باشند.

در ایالات متحده آمریکا حدود ۸۰۰ مرکز آموزشی برای تربیت نیروهای متخصص جهت تولید و نگهداری چمن ها احداث شده اند که دوره های آموزش تخصصی (curriculum) را در قالب شیوه های : تئوری ، آزمایشگاهی و کارآموزی (انترنی) ارائه می دهند.

متوسط حقوق سالانه مدیران چمن های ورزشی در ایالات متحده آمریکا حدود ۳۵-۲۸ هزار دلار است که گاهاً تا ۸۰ هزار دلار نیز بالغ می گردد.

تخمین زده می شود که سالانه بیش از ۱۷ میلیارد دلار برای چمن های : ورزشی ، پارکها ، فضای سبز و خانگی ایالات متحده آمریکا توسط : دولت ، مؤسسات خصوصی و مردم هزینه می گردد (۲).

مدیریت زمین های ورزشی :

زمین های چمن ورزشی (sport lawn ،sport sod ،sport turf ،athletic field) که به خوبی مدیریت می گردند، از جذابیت خاصی برخوردارند و در برابر پوشاندن سطح شان با صفحات محافظتی مقاوم تر هستند.

بیشترین ارقام گراس های چمنی که برای پوشش سبز زمین های ورزشی در ایالت "جورجیا" بکار می روند، را انواع : "Tifway" موسوم به "Tifton 419" و "Tifway II hybrid" متعلق به واریته "برموداگراس" (bermudagrass) تشکیل می دهند، که تفاوت ظاهری اندکی نسبت به همدیگر دارند.

از "برموداگراس" معمولی غالباً در زمین های ورزشی فاقد سیستم آبیاری و عدم برخوردار از خدمات مراقبتی کافی استفاده می کنند. به هر حال آن تعداد از زمین های ورزشی که دارای لایه سطحی شنی و زهکشی درونی هستند، نسبت به زمین های دارای بافت سیلت-رسی با سهولت بیشتری نگهداری می شوند.

باید توجّه داشت که ارتفاع نقطه میانی زمین فوتبال نسبت به لبه های زمین باید برای خاک های شنی به میزان ۱۲ اینچ و برای خاک های رسی به میزان ۱۸ اینچ بلندتر باشد. شیب زمین برای ورزش بیسبال نیز باید به اندازه ۱ درصد از وسط زمین به سمت لبه ها تنظیم شود تا بدینگونه لبه ها حدود ۸ اینچ پائین تر از وسط زمین قرار گیرند (۳).

زمین های ورزشی که به خوبی مراقبت و نگهداری گردند، یقیناً می توانند در برابر استفاده های مداوم نیز تاب آورند. اصولاً میزان مراقبت از چمن زمین های ورزشی بستگی به عملیات زیر دارد :

۱) مووررزدن (mowing)
۲) کوددهی (fertilization)
۳) آبیاری (irrigation)
۴) زیروروکردن (cultivation)
۵) کنترل علف های هرز (weed control)
۶) ترمیم بعد از هر مسابقه (post game repair)
۷) کنترل بهره وری از زمین (controlling field use)
۸) کنترل آفات (pests control)
۹) کنترل بیماری ها (diseases control) (۳).

مدیریت چمن های ورزشی از موارد زیر تأثیر می پذیرد :

۱) شرایط اقلیمی (climate)
۲) نوع خاک (soil type)
۳) نوع استفاده (nature of use)
۴) دفعات استفاده (volume of use) (۶).

تقویم مدیریت سالانه چمن ها در استرالیا به شرح زیر تنظیم گردیده است :

۱) ژانویه :
۱-۱) با کندن حفره ای کوچک به بررسی عمق ریشه دهی چمن و وضعیت نفوذ آب در زمین بپردازید.
۱-۲) استفاده از کودهای مکمل مایع می تواند در سلامتی چمن مؤثر باشد.
۱-۳) دفعات آبیاری چمن را در نظر داشته باشید (۶).

۲) فوریه :
۲-۱) آبیاری چمن را از یاد نبرید.
۲-۲) مووررزدن چمن را طبق روال معمول انجام دهید (۶).

۳) مارس :
۳-۱) آبیاری مورد لزوم را انجام دهید (۶).

۴) آوریل :
۴-۱) آبیاری را به موقع اجرا نمائید.

۴-۲) در صورتی که هوادهی لایه سطحی چمن ورزشی در طی دسامبر-ژانویه انجام نگرفته باشد، نسبت به اجرای آن با توجه به تعطیلی مدارس اقدام نمائید.
۴-۳) آنالیز خاک را صورت دهید.
۴-۴) کودهای لازم و مناسب را با تجه به آزمایش خاک بکار گیرید.
۴-۵) نسبت به بازسازی بخش های آسیب دیده ای چون : جلو دروازه ها و اطراف نیمکت ذخیره ها همّت گمارید (۶).

۵) مه :
۵-۱) علف های هرز پهن برگ احتمالاً باعث بروز مشکلاتی خواهند شد لذا پس از ارزیابی نوع مشکلات موجود به استفاده از علفکش های مناسب اقدام ورزید.
۵-۲) در صورت هجوم آفات به سمپاشی بپردازید ولیکن احتیاطات لازم از جمله سمپاشی در ساعات خلوت روزانه را رعایت کنید (۶).

۶) ژوئن :
۶-۱) چمن ها در این زمان غالباً در دوره دورمانسی بسر می برند لذا بهتر است از فرصت استفاده نمائید و به خط کشی زمین های چمن ورزشی مبادرت ورزید (۶).

۷) جولای :
۷-۱) نسبت به تعمیر و نگهداری ابزارها و ماشین آلات مربوطه اقدام کنید.
۷-۲) لزوم تعمیر چارچوب ها و تور دروازه های فوتبال را بررسی نمائید (۶).

۸) آگوست :
۸-۱) سیستم آبیاری (لوله ها، آبفشان ها، پمپ ها و ...) محوطه چمن را بررسی کنید و عیوب احتمالی آنها را رفع کنید (۶).

۹) سپتامبر :
۹-۱) آزمایش خاک را انجام دهید و هیچگاه به حدثیات اکتفا ننمائید.
۹-۲) نیازهای کودی چمن را بر طرف سازید (۶).

۱۰) اکتبر :
۱۰-۱) نسبت به هوادهی لایه سطحی چمن ورزشی اقدام کنید.
۱۰-۲) خاکپاشی را با مخلوط : گچ، شن و مواد آلی پوسیده انجام دهید.
۱۰-۳) چمن های آسیب دیده را بازسازی (re-seed) نمائید (۶).

۱۱) نوامبر :
۱۱-۱) آبیاری کافی را مطابق با نیاز آبی چمن و ظرفیت نفوذ آب در خاک انجام دهید.

۲-۱۱) موورزدن را بطور مرتب و در ساعات اولیه روز اجرا نمائید.
۳-۱۱) موورزدن را در زمانی انجام دهید که خاک دارای رطوبت کافی باشد تا آسیبی به چمن ها وارد نگردد و قابلیت ترمیم سریع بوجود آید (۶).

۱۲) دسامبر :
۱-۱۲) در صورتی که سطح چمن دچار فشردگی شده است، نسبت به هوادهی آن همّت گمارید.
۲-۱۲) برای ترمیم سریعتر چمن ها می توانید آنها را بعد از هر مسابقه با صفحات مناسب پوشش (top dress) دهید (۶).

موورزدن چمن ورزشی :
موورزدن صحیح چمن های ورزشی باعث افزایش عمق ریشه ها ، متراکم شدن نوساقه ها و یکنواختی رشد سبزینگی آنها می شود.
موورزدن منظم چمن ها را فقط بر اساس رشدشان تا ارتفاع معین انجام ندهید. برای ارقام هیبرید "برموداگراس" نظیر : "Tifway" و "Tifway II" می توانید چمن ها را از ارتفاع ۱-۰/۷۵ اینچی و برای "برموداگراس" معمولی از ارتفاع ۲-۱/۵ اینچی موور بزنید.

اولین موورزدن بهاره چمن ها باید از ارتفاع کمتری انجام پذیرد بطوریکه مورزدن از نصف ارتفاع نهایی آنها بسیار مطلوب می نماید. در اثر موورزدن بهاره بر تراکم چمن ها افزوده می شود و اجازه می دهد تا موورزدن های تابستانه از ارتفاع بالاتری اجرا گردد.
باید دقت داشت که هیچگاه نباید ضمن موورزدن ها بیش از ۰/۷۵ طول برگ های چمن را حذف شوند. این موضوع بدین معنی است که موورزدن در طی تابستان ها باید هفته ای ۲ دفعه صورت گیرد.
موورزدن چمن ها از ارتفاع بلندتر گواینکه در دفعات کمتری انجام می شود امّا باعث تولید چمن های ضعیف تر و کم کیفیت تر خواهد شد.

همچنین moorزدن های متعدد (clipping) باعث بوجود آمدن کپه های کوچکی (clump) بر سطح زمین های ورزشی می گردند، که باید به موقع متلاشی و پراکنده گردند و یا برچیده شوند (۳).
موورهای گردونه ای (reel mowers) بهترین وضعیت قطع چمن را برای انواع "برموداگراس" بوجود می آورند. در استفاده از موورهای گردونه ای و موورهای چرخشی (rotary mowers) باید توجّه داشت که تیغه هایشان همواره تیز و برنده باشند (۳).

کوددهی چمن ورزشی :

کاربرد کودها به مقدار کافی و زمان مناسب از اهمیّت بسیاری در مراقبت از چمن ها برخوردار است. به هر حال باید توجّه داشت که کوددهی چمن باید متعاقب آزمایش خاک برای معیارهای زیر انجام پذیرد :
الف) ازت
ب) فسفر
پ) پتاسیم
ت) PH (۳).

در مواردی که امکان آزمایش خاک زمین های ورزشی وجود ندارد، باید حدوداً در نظر داشت که اغلب گراس های چمنی مناسب ترین رشد را با کاربرد ترکیبات کودی ۲:۱:۳ یا ۲:۱:۴ ظاهر می سازند. دقت گردد که بسیاری از گراس های چمنی (turfgrass) نیازمند ۷-۳ پوند نیتروژن خالص برای ۱۰۰۰ فوت مربع در سال هستند. نیتروژن را می توان ماهانه به میزان ۱ پوند برای ۱۰۰۰ فوت مربع طی فصل رشد بکار گرفت (۳).

"جدول۲) کاربرد کودهای مرکب در چمن های ورزشی (۳):"

نوع کود	پوند در ۱۰۰۰ فوت مربع	پوند در ایکر
۳۴-۰-۰	۳	۱۳۰
۱۲-۴-۸	۸	۳۵۰
۱۶-۴-۸	۶	۲۶۰
۱۰-۱۰-۱۰	۱۰	۴۵۰

بهترین شیوه کوددهی چمن ها آن است که از کودهای کامل حاوی NPK طی اوایل بهار یعنی زمانی که سبزشدن مجدد (green up) آغاز می گردد و کوددهی بعدی را در حدود ۴-۲ هفته قبل از اولین یخبندان انجام دهند. توصیه شده است که در فاصله دو کوددهی کامل نیز به کود ازته سَرَک جهت افزایش ویگوریته چمن ها اقدام گردد. ملاحظه شود که هر چه دفعات استفاده از زمین ورزشی بیشتر باشد، لزوماً به کودهای ازته بیشتری برای ترمیم چمن نیاز خواهد بود (۳).

آبیاری چمن ورزشی :

مدیریت چمن های ورزشی بدون طراحی برنامهٔ صحیح آبیاری بسیار دشوار است. آبیاری باید برای تأمین نیاز آبی چمن ها و در ترمیم کمبود نزولات آسمانی صورت پذیرد. آبیاری بهتر است در مقادیر کم و در دفعات بیشتر انجام گیرد. "دور آبیاری" (duration) یعنی فاصله بین دو آبیاری پی در پی بستگی به عوامل محیطی و محدودیت های سیستم آبیاری دارد. محققین بهترین زمان آبیاری چمن ها را قبل از بروز پژمردگی (wilt) می دانند. اغلب گراس های چمنی در زمان تنش خشکی به رنگ سبز تیره یا سبز متمایل به آبی کدر در می آیند و برگ هایشان ابتدا تا خورده و سپس به دور رگبرگ اصلی می پیچند. بنابراین آغاز آبیاری چمن ها زمانی می دانند که بروز علائم مذکور عینیت یابند (۳).

آبیاری باید به گونه ای باشد که زمین چمن را تا عمق ۸-۶ اینچی مرطوب سازد. این موضوع برای زمین های چمنی که دارای بافت متوسطی هستند، معمولاً طی ماههای تابستان با ۱ اینچ آب در هفته اجرا می شود. آبیاری های سبک مکرر موجب تولید سیستم ریشه ای ضعیف و کم عمق می شود و به شکل گیری لایه ای از بقایای آلی (thatch) سطحی منجر می گردد (۳).

مناسب ترین ساعات روزانه برای آبیاری چمن ها را قبل از طلوع آفتاب دانسته اند زیرا کمترین میزان دما و وزش باد وجود دارند، بعلاوه کمترین تلفات آب در اثر تبخیر حادث می گردد. آبیاری شبانه از کارآیی بیشتری نسبت به آبیاری روزانه برخوردار است. آبیاری چمن در فاصله شکل گیری شبنم صبحگاهی تا خشک شدن آنها می تواند از معضل افزایش بروز بیماریها جلوگیری نماید. آبیاری زمین چمن ورزشی در فاصله ۴۸-۲۴ ساعت قبل از مسابقات می تواند به کاهش فشردگی خاک کمک نماید (۳).

شکل گیری رواناب در بسیاری از خاک های دارای بافت ریز و نرم قبل از اشباع شدن خاک تا عمق مناسب امکانپذیر می گردد. زمانیکه رواناب ایجاد می شود، بهتر است آبیاری را متوقف سازند و به مدت ۲-۱ ساعت اجازه بدهند تا آب های قبلی به داخل خاک نفوذ یابند سپس آبیاری را مجدداً آغاز کنند. این روند گاهاً ممکن است چندین دفعه تا پایان هر آبیاری تکرار گردد (۳).

بسیاری از متخصصین چمن ورزشی بر استفاده از سیستم "آبیاری قطره ای زیرسطحی" (subsurface drip irrigation) اصرار می ورزند. آنها اهداف زیر را برای این روش بر می شمارند :

۱) اطمینان از سلامتی ورزشکاران
۲) حفظ و بهبود کیفیت چمن ورزشی
۳) افزایش کارآیی آبیاری از طریق توزیع یکنواخت
۴) حذف دخالت نیروی انسانی در روند آبیاری
۵) امکان آبیاری در شرایط مختلف اقلیمی نظیر گرمای شدید و وزش باد (۴).

معضلاتی که برای سیستم "آبیاری قطره ای زیرسطحی" عنوان می گردند عبارتند از :

۱) هزینه زیاد
۲) نیاز به تکنولوژی جدید
۳) انسداد قطره چکان ها (روزنه ها)
۴) بروز عدم یکنواختی چمن ورزشی در بسترهای شنی و سیلتی
۵) عدم یکنواختی آبیاری در بافت های متفاوت خاک (شنی، سیلتی و رسی) (۴).

SUBSURFACE DRIP IRRIGATION (SDI)

Toro DL2000

March seeded, saline and drip irrigated bermudagrass

June seeded, saline and drip irrigated seashore paspalum

زیروروکردن چمن ورزشی :

زیروروکردن لایه سطحی چمن معمولاً شامل موارد زیر می باشند:

الف) هوادهی (aeration)

ب) مووزدن عمودی (vertical mowing)

پ) خاکپاشی سطح چمن (top dressing) (۳).

رفت و آمدهایی که در زمین چمن ورزشی صورت می پذیرند، نهایتاً به شکل گیری یک لایه متراکم سطحی به ضخامت ۳-۲ اینچ می انجامد. بدین ترتیب حجم تخلخل کاهش می یابد و حرکت آب به کندی صورت می پذیرد لذا به مرور باعث تنک شدن چمن ها می شود.

باید توجه گردد که همواره قسمت هایی چون : دایره میانی زمین های فوتبال، اطراف نیمکت ذخیره ها، دهانه دروازه های فوتبال و قسمت لوزی شکل زمین بیسبال بیش از سایر بخش ها در معرض فشردگی خاک و تنک شدن چمن ورزشی قرار دارند. زمین های چمن دارای بستر شنی نیز بویژه اگر مرتباً در شرایط مرطوب استفاده شوند، در معرض فشردگی خاک قرار می گیرند (۳).

هوادهی خاک سطحی چمن کاری ها (coring، aeration) با استفاده از چنگک های توخالی (hollow tines) می تواند موجب خلاصی از فشردگی خاک سطحی آنها شود و به مرور به ریشه دهی عمیق و بهبود کیفیت چمن ها بینجامد.

هوادهی لایه سطحی زمین های چمن ورزشی از اهمیت وافری برخوردار است درحالیکه غالباً در اجرای آن غفلت ورزیده می شود. در عملیات هوادهی همچنین می توان از ماشین هایی بهره گرفت که قادرند حدود ۱- ۰/۷۵ اینچ از لایه فشرده ۴-۳ اینچی سطحی را بردارند سپس لایه تازه ای را جایگزین سازند.

تعداد دفعات هوادهی عموماً به بافت خاک و فراوانی کاربری زمین ورزشی دارد (۳).

زمین های ورزشی در شرایط زیر به هوادهی بیشتری نیازمندند :
۱) خاک های دارای بافت ریز
۲) استفاده های مکرر
۳) استفاده در وضعیت مرطوب (۳).

بر اساس یک قاعده کلی باید فاصله بین حفره های هوادهی در حدود ۳-۲ اینچ باشد لذا ضرورت می یابد که سه دفعه عبور با دستگاه های هوادهی (aerators) از ۳ مسیر مختلف انجام پذیرد.
اصولاً زمین های ورزشی را حداقل ۲ دفعه در سال هوادهی می کنند. اولین هوادهی در بهار بلافاصله قبل از کوددهی انجام می پذیرد ولیکن دومین هوادهی در اواسط تابستان صورت می گیرد.
در مواردیکه سطح زمین ورزشی از خاک فشرده و یا خاک سنگین تشکیل یافته است، توصیه می گردد که هوادهی را در طی فصل رشد و بطور ماهانه به اجرا در آورند.
شیارهایی که در اثر عملیات هوادهی ایجاد می شوند، بزودی خشک می گردند لذا آنها باید بلافاصله با استفاده از صفحات کششی دارای دندانه های استیل قابل انعطاف (flexible steel drag mat) به خوبی در سطح چمن پخش شوند. دستگاه مذکور با تیغه هایی به عرض ۰/۵-۰/۲۵ اینچ می تواند خاک را به ذرات کوچک تبدیل سازد (۳).

هوادهی خاک چمن ورزشی باید زمانی انجام پذیرد که شرایط ظرفیت زراعی یا FC (field capacity) حاکم باشد. وضعیت ظرفیت زراعی معمولاً ۲۴-۸ ساعت پس از وقوع بارندگی، آبیاری و یا حذف لایه سطحی خاک بوجود می آید. در صورتی که رطوبت خاک در وضعیت کم یا زیاد باشد آنگاه به سادگی نمی توان لایه فشرده سطحی را هوادار نمود. البته برخی ابزارها نظیر چنگک های توپر (solid tines) یا تیغه های پهن (blades) در مواقعی که رطوبت خاک در کمتر از ظرفیت زراعی قرار دارد، غالباً مؤثر هستند.
بطور کلی هوادهی چمن ورزشی را زمانی انجام می دهند که سبزینگی آن در وضعیت رشد فعال قرار داشته و تحت هیچگونه شرایط تنش نباشد (۳).

خاکپاشی سطح چمن ورزشی :

خاکپاشی سطح چمن (topdressing) عبارت از افزایش لایه نازکی از خاک مناسب بر سطح چمن ورزشی است.

بخاطر داشته باشید، همواره بخش هایی از چمن ورزشگاه ها که تحت استفاده مداوم قرار می گیرند، به مرور دچار زوال خواهند شد.

خاکپاشی را که برای تشویق چمن به ترمیم شدن است، معمولاً به ضخامت 1/8 اینچ انجام می دهند. برای این منظور نیازمند ۱۰/۴ فوت مکعب یا ۰/۴ یارد مکعب برای هر ۱۰۰۰ فوت مربع از زمین چمن می باشد که متعاقباً باید کاملاً به صورت صاف و هموار در آید (۳).

"جدول۳) مقدار خاک مصرفی برای پاشش سطحی چمن ورزشی (۳):"

ضخامت (اینچ)	برای ۱۰۰۰ فوت مربع (فوت مکعب)	برای ۱۰۰۰ فوت مربع (یارد مکعب)
۱/۸	۱۰/۵	۰/۴
۱/۴	۲۱/۰	۰/۸

خاکپاشی می تواند از زیان های لایه سطحی بقایای آلی (thatch) بکاهد. محققین بهترین زمان برای خاکپاشی را پس از کوددهی و در طی دوران رشد فعال دانسته اند. خاکپاشی مکرر و سبک نسبت به خاکپاشی سنگین و دراز مدت ارجحیّت دارد. خاک مورد استفاده در خاکپاشی باید مشابه خاک بستر چمن ورزشی باشد و بتوان آنرا با دستگاه صفحه ای قابل انعطاف به راحتی در داخل چمن ها پخش نمود (۳).

Example of topdressing a football field.

مووورزدن عمودی چمن ورزشی :

مووورزدن عمودی فقط در مواردی ضرورت می یابد که لایه بقایای مواد آلی در سطح زمین ورزشی فزونی یافته و ضخیم تر از ۰/۵ اینچ گردیده باشد.

بخش های تنک و بدون چمن را نباید تحت تیمار مووور عمودی قرار داد، مگر اینکه قبلاً بذرپاشی مجدد (reseeding) یا بذرپاشی ترمیمی (overseeding) انجام پذیرفته و گیاه چمنی در وضعیت رشد فعال قرار داشته باشد (۳).

بخش های فرسوده چمن ورزشی :

زمین های چمن فوتبال معمولاً در اواخر پائیز و اوایل بهار در اثر تکرر استفاده و کندی رشد گیاه "برموداگراس" دچار معضل فرسودگی و سائیدگی شدید (high wear area) می گردند. بدیهی است که برخورداری زمین های ورزشی از ساختارهای مناسب در چنین مواقعی حائز اهمیت است (۳).

تکنیک هایی که در اینگونه موارد استفاده می شوند، عبارتند از :

الف) ساختار زمین ورزشی را به گونه ای ترتیب می دهند که حواشی آنرا بتوان به میزان ۳-۲ یارد (هر یارد معادل ۹۱/۴ سانتیمتر) در تمامی مسیرها حرکت داد. این موضوع باعث می شود که میزان آسیبی که از رفت و آمدهای مکرر "خط نگهدار" (linesman) وقوع می یابد، به حداقل کاهش یابد.

ب) با جابجایی محل دروازه ها از میزان رفت و آمدهای منطقه ای می کاهند.

پ) از دیگر تکنیک هایی که در اینگونه شرایط بکار می رود، اینکه اقدام به کاربرد مقادیر بیشتری از کودها در اواخر فصل رشد می نمایند. این موضوع باعث می شود که رشد اواخر پائیز و اوایل بهار در حد مناسبی انجام پذیرد.

ت) برای افزایش مقاومت چمن ها نسبت به پایمال شدن در طی ماههای پائیز نیز آنها را از ارتفاع بالاتری نسبت به ماههای تابستان (بالاتر از ۰/۵ اینچ) مووور می زنند (۳).

مدیریت استفاده از زمین های چمن ورزشی :
میزان استفاده از زمین های چمن ورزشی (field use) در مبحث مدیریت اینگونه اراضی حائز اهمیت است زیرا حتی در زمین های چمنی که از بالاترین سطوح نگهداری بهره مندند، نیز باید محدودیتی در تعدد استفاده از چمن های ورزشی قائل گردید، تا میزان صدمه بر آنان بیش از حد تحمل تزاید نیابد (۳).

مواردی که از معضلات مدیریتی چمن های ورزشی می کاهند عبارتند از :
۱) در طی مدت زمانی که زمین ورزشی مرطوب است، باید تحت حداقل استفاده قرار گیرد.
۲) منطقه ای که به ورزش اختصاص می یابد، باید به صورت چرخشی تغییر یابد تا چمن فرصت کافی برای ترمیم داشته باشد.
۳) به هر طریق از ایجاد رفت و آمد شدید در یک منطقه خاص اجتناب ورزید و یا آن را کاهش دهید.
۴) مناطقی که تحت کاشت مجدد یا کشت ترمیمی بذور چمن قرار گرفته اند، تا توسعه کامل چمن نباید مورد استفاده قرار گیرند.
۵) به چمن ها قبل از استفاده ورزشی در بهار اجازه دهید تا از حالت دورمانسی زمستانه خارج شوند(۳).

کنترل علف های هرز چمن ورزشی :
هر چه بر تعداد استفاده از چمن های ورزشی در طی برهه های زمانی کوتاه افزوده گردد، بر امکان صدمه دیدگی گراس های چمنی اضافه می شود و نتیجتاً در معرض رشد علف های هرز قرار می گیرند. این موضوع معضلی جدی برای اینگونه زمین های ورزشی محسوب می شود.
برای کنترل علف های هرز چمن ها غالباً از علفکش ها (herbicides) استفاده می کنند. البته کنترل موفقیّت آمیز علف های هرز بستگی به شناخت دقیق علف های مشکل ساز دارد تا بدین ترتیب مناسب ترین علفکش ها را انتخاب نمایند و در زمان مناسبی از سال بکار ببرند.

اصولاً هوای خنک فصل پائیز و زمستان موجب کاهش روند رشد چمن های ورزشی می شود لذا امکان ترمیم صدمات ناشی از لگدمال شدن بویژه در منطقه دایره میانی، دهانه دروازه ها و اطراف نیمکت ذخیره ها در زمین های چمن فوتبال وجود ندارد.
چمن هایی که در دوره های دورمانسی ونیمه دورمانسی قرار دارند، از کمترین توانایی رقابت با علف های هرز برخوردارند بنابراین با هجوم علف های هرز یکساله در تابستان آینده مواجه خواهند شد.
تراکم علف های هرز زمستانهٔ مهاجم در چمن های ورزشی می تواند رشد چمن "برموداگراس" را در اوایل بهار به شدت محدود سازد. چمن های ورزشی در چنین مواقعی تضعیف می گردند لذا پس از مرگ علف های هرز زمستانه با هجوم علف های هرز یکساله تابستانه نظیر : علف خرچنگ (crabgrass) و ایلیوسین (goosegrass) بویژه در بخش های بدون چمن مواجه خواهند بود (۳).

مهمترین علفکش هایی که برای کنترل علف های هرز یکساله زمستانه در چمن "برموداگراس" بکار می روند تا از بذردهی آنها طی ماههای خنک سال جلوگیری به عمل آورند عبارتند از :
۱) "آترازین" با نام تجارتی "آتراکس"
۲) "سیمازین" با نام های تجارتی "پرنسیپ" و "وین استار"
۳) "متریبیوزین" با نام علمی "سنکور چمن" (۳).

علفکش های مذکور می توانند کنترل خوب تا عالی را بر گیاهان هرز زیر بوجود آورند :
۱) "بلوگراس یکساله" (annual bluegrass)
۲) گندمک (common chickweed)
۳) "علف خاردار چمن" (lawn burweed)
۴) یکساله های زمستان (annual winter weed) (۳).

هر ۳ علفکش مزبور دارای فعالیت های قبل از سبزشدن (pre-emergence) و بعد از سبزشدن (post-emergence) بر علف های هرز یکساله زمستانه هستند گواینکه "متریبیوزین" دارای کوتاهترین دوره فعالیت قبل از سبزشدن است.
قابلیت استفاده قبل و پس از سبزشدن به اینگونه علفکش ها امکان می دهد تا در یک دوره زمانی طولانی تری از نوامبر تا فوریه بکار روند (۳).

همواره توصیه شده است که از علفکش های : آترازین ، سیمازین یا "متریبیوزین" پس از آخرین مسابقه فصل استفاده شود. در مواردی که از آترازین یا سیمازین به میزان یک پوند ماده مؤثره در ایکر طی نوامبر و مجدداً در اوایل فوریه استفاده شود آنگاه بنحو پایداری به کنترل عالی علف های هرز چمن ها منتهی خواهد شد.
محققین توصیه کرده اند که برای برقراری حداکثر مراقبت از چمن های ورزشی از علفکش آترازین فقط بر "برموداگراس" در حال دورمانسی استفاده گردد.
علفکش "پرونامید" (کِرب) که دارای فعالیت های قبل و بعد از سبزشدن است، می تواند بر : بلوگراس یکساله، سیزاب (corn speedwell) و گندمک معمولی مؤثر باشد. البته باید توجه داشت که آنرا در بخش

هایی از زمین چمن ورزشی که به تازگی تحت بذرپاشی ترمیمی (overseeded) با "برموداگراس" قرار گرفته اند، بکار نبرند (۳).

برای کنترل علف های هرز پهن برگ زمستانه می توان یکی از علفکش های ذیل را در تلفیق با علفکش های باریک برگ کُش استفاده نمود :
"توفوردی" ، MCPP ، دایکمبا و "توفوردی پی" .
علفکش های مزبور می توانند علاوه بر پهن برگ های یکساله به کنترل علف های هرز پهن برگ چندساله ای نظیر : بارهنگ (plantain) و سیر وحشی (wild garlic) نیز نائل آیند (۳).

علفکش ها را بهتر است در روزهای گرم و آفتابی بکار ببرند.
دو دفعه کاربرد متوالی علفکش ها با فاصله ۲۱-۱۴ روز می تواند بر کنترل بسیاری از علف های هرز چن ها موفق گردند.
علف هرز سیر وحشی را در بخش هایی از زمین چمن ورزشی که تحت بذرپاشی ترمیمی قرار نگرفته اند، می توان با علفکش "امازاکوئین" (اِمیج) کنترل نمود (۳).

علف های هرز خانواده گراس ها بیشترین مشکلات مبتلابه را در چمن "برموداگراس" طی فصل تابستان موجب می گردند. از انواع گراس های هرز یکساله می توان به : علف خرچنگ و ایلیوسین
و همچنین از گراس های هرز چندساله به : "علف دالیس" (dallisgrass) و بندواش خشکی زی (bahiagrass) اشاره داشت (۳).

علفکش های قبل از سبزشدن می توانند کنترل بسیار خوبی بر گراس های یکساله ایجاد نمایند درحالیکه قادر به کنترل گراس های هرز چندسالهٔ استقرار یافته نمی باشند.
در مواردی که بخش هایی از زمین چمن ورزشی در اثر اجرای برنامه های ورزشی طی فصول پائیز یا زمستان به شدت آسیب دیده اند، توصیه می گردد که فقط از علفکش های حاوی "اکسادیازون" نظیر اسامی

تجارتی "رونستار" و "ریگال استار" بهره گیرند زیرا علفکش "اکسادیازون" بر خلاف دیگر علفکش ها از ریشه دهی گره های استولن "برموداگراس" جلوگیری به عمل می آورد. از فرمولاسیون "رنستار" می توان در زمان شاخه دهی (sprigging) گیاه "برموداگراس" نیز استفاده کرد (۳).

در صورتیکه از بذور "برموداگراس" معمولی برای تدارک چمن ورزشی سود می جویند، نباید از علفکش های قبل از سبزشدن بهره گیرند زیرا بقایای کاربرد بهاره آنها می تواند از استقرار گیاهچه های حاصل از بذور "برموداگراس" معمولی جلوگیری کند.
برای کنترل علف های هرز چمن زمین های ورزشی بویژه در بخش های ترمیمی آنها توصیه شده است که ترجیحاً از علفکش های پس از سبزشدن سود جویند آنچنانکه علفکش های MSMA و DSMA به خوبی می توانند موجب کنترل گراس های یکساله و چندساله شوند.
برای کنترل گراس های هرزی که در چمن های ورزشی رشد نموده اند، معمولاً به ۳-۲ دفعه بکارگیری علفکش های مذکور با فواصل ۱۰-۵ روز نیاز می باشد.
در صورتیکه گراس های چندساله ۴-۳ روز پس از دومین سمپاشی به بروز نشانه هایی از ترمیم شدن پرداختند، بهتر است سومین کاربرد را ۱۰-۷ روز پس از دومین سمپاشی انجام دهند.
در مواقعی که چمن های "برموداگراس" در مرحله شاخه دهی باشند، توصیه می گردد که پاشش علفکش ها را تا پایان ریشه دهی شاخه های جدید و آغاز رشد فعال به تأخیر اندازند.
پاشیدن محلول علفکش های MSMA و DSMA ممکن است تا حدودی رنگ چمن ها را زائل گرداند و آنها را به زردی متمایل سازد ولیکن این موضوع موقتی خواهد بود و رنگ اصلی چمن ها حدوداً ۳-۱ هفته پس از سمپاشی به حالت عادی بر خواهد گشت (۳).

علف هرز "ایلیوسین" نسبت به علف خرچنگ در مقابل علفکش های MSMA و DSMA دارای حساسیت کمتری است.
مخلوطی از علفکش های "متروبیوزین" (سنکور به مقدار ۰/۱۲۵ پوند ماده مؤثره در ایکر + MSMA به میزان ۲ پوند ماده مؤثره در ایکر) می تواند کنترل مناسبی برابر علف هرز ایلیوسین در چمن ها بوجود آورد.
برای کنترل ایلیوسین های استقرار یافته باید از دو دفعه سمپاشی با فواصل ۱۰-۷ روز استفاده کرد.
حضور بقایای علفکش "متروبیوزین" در خاک می تواند موجب بروز اختلال در ریشه دهی گره های استولن "برموداگراس" شود.
از مخلوط MSMA و "متروبیوزین" نباید در چمن "برموداگراس" در حال شاخه دهی بهره گرفت، مگر اینکه پوشش سبزینگی زمین چمن کامل گردیده باشد (۳).

هر گاه اویارسلام ها (nutsedge) در طی ماههای تابستان به معضلی برای چمن ها تبدیل شوند، از علفکش های : "اِمازاکوئین" (ایمیج) ، "هالوسولفورون" (مانیج) ، بنتازون" (بازاگران T/o) یا MSMA می توان استفاده نمود.

انتخاب نوع علفکش های مذکور بستگی به نوع اویارسلامی دارد که بر گسترهٔ چمن ها غالب هستند. بعنوان مثال : "بنتازون" می تواند اویارسلام های یکساله و اویارسلام زرد را کنترل کند امّا از کنترل اویارسلام ارغوانی عاجز است (۳).

کاربرد علفکش "اِمازاکوئین" به صورت منفرد و یا در ترکیب با MSMA می تواند به مدت ۸-۶ هفته باعث کنترل اویارسلام های ارغوانی ، زرد و انواع یکسالهٔ آنها گردد.
علفکش "هالوسولفورون" نیز می تواند بر اویارسلام های زرد و ارغوانی مؤثر باشد و ضمناً صدمات کمتری را بر "برموداگراس" تحمیل نماید.
در مواردی که نیازمند کنترل بادوام و طولانی مدت اویارسلام ها هستید، باید از علفکش "هالوسولفورون" در طی ۲ مرحله با فواصل ۱۰-۶ هفته ای سود جوئید.
کاربرد ماهانه MSMA می تواند سبب ممانعت از رشد بسیاری از اویارسلام ها شود (۳).

از ۳-۲ نوع از علفکش های : توفوردی ، MCPP ، دایکمبا و "توفوردی پی" در طی فصل تابستان می توان برای کنترل علف های هرز پهن برگ چمن های ورزشی بهره گرفت.
تحمل گراس های چمنی نسبت به علفکش ها و میزان کنترل علف های هرز زمانی از کیفیت مطلوب برخوردار می شود که سمپاشی علفکش ها را در اواخر بهار تا اوایل تابستان تحت دمای محیطی کمتر از ۹۰ درجه فارنهایت انجام دهند.
چمن های ورزشی غالباً مشکل چندانی از نظر شیوع بیماریها و هجوم آفات گیاهی ندارند (۳).

"جدول۴) تقویم کنترل سالانه علف های هرز در چمن ورزشی برموداگراس (۳):"

ماه های سال	عملیات کنترل علف های هرز
نوامبر	مصرف ۱ کوآرت در ایکر علفکش سیمازین یا آتراکس برای کنترل علف های هرز یکساله زمستانه
	علفکش های سیمازین و آتراکس می توانند علف های هرز : گندمک معمولی، پوآ (بلوگراس) یکساله، پنجه کلاغ (لامیوم) و اغلب علف های هرز یکساله زمستانه را کنترل کنند.
	از علفکش ها برای کنترل چچم (لولویوم) در بخش هایی از چمن ها که به تازگی بذرپاشی ترمیمی شده اند، استفاده نکنید.
	علفکش های سیمازین و آتراکس قادر به کنترل علف های هرز : سیر وحشی، قاصدک، بارهنگ و سایر علف های هرز چندساله نیستند.
اواخر نوامبر و دسامبر	بکارگیری ۱ کوارت در ایکر از توفوردی یا تریمیک می تواند به کنترل سیر وحشی و یا علف های هرز پیازدار، قاصدک و بارهنگ بینجامد.
	افزودن مواد مویان (سورفکتانت) به میزان ۰/۲۵ درصد حجمی به محلول علفکش های مذکور مفید است.
	علفکش های توفوردی و تریمیک را می توان بر چمن ورزشی چچم پس از ۵-۴ دفعه moوور شدن استفاده نمود.
	بکارگیری ۲ پنت در ایکر از علفکش ایمیج + ۰/۲۵ درصد از مواد مویان برای کنترل سیر وحشی در چمن برموداگراس پس از طی مرحله دورمانسی توصیه می شود.
	علفکش ایمیج می تواند به کنترل علف های هرز : پنجه کلاغ، گندمک معمولی و جعفری وحشی کمک نماید امّا آنرا نباید در بخش هایی از چمن چچم که به تازگی بذرپاشی ترمیمی شده اند، مصرف نمود.
اواسط ژانویه تا اواسط فوریه	اگر سیر وحشی را با توفوردی یا تریمیک سمپاشی نمایند، باید به تکرار سمپاشی پس از ۸-۶ هفته اقدام گردد.
اواسط فوریه تا اول مارس	اگر علف های هرز یکساله زمستانه پس از ماه نوامبر سبز شوند، بهتر است از علفکش های سیمازین یا آتراکس به میزان ۱ پوند ماده خالص در ایکر استفاده شود.
	در صورتیکه از علفکش توفوردی یا تریمیک برای کنترل سیر وحشی استفاده شده است، به سمپاشی مجدد نیازی نخواهد بود مگر اینکه چچم بعنوان علف هرز غالب ظاهر شود.
اواسط فوریه تا اواسط مارس	توصیه می شود که از یک نوع علفکش قبل از سبزشدن مناسب برای کنترل علف خرچنگ و ایلیوسین قبل از ۱۵ مارس استفاده شود.
	در صورتیکه چمن برموداگراس در اثر فشردگی مسابقات پائیزه دچار خسارت شود، بهتر است از علفکش رنستار یا "ریگال استار" برای کنترل علف های هرز استفاده گردد.
	هرگاه چمن برموداگراس دچار خسارت عمده ای نشده است، می توان ازیک علفکش قبل از سبزشدن بهره گرفت.
	برخی از علفکش های قبل از سبزشدن نظیر : بالان و سورفلان را باید با فاصله ۱۰-۸ هفته مجدداً بکار گرفت تا تأثیر مطلوب خود را بر علف هرز ایلیوسین بگذارند.
مه تا ژوئن	اگر علف های هرز : علف خرچنگ، بندواش خشکی زی (باهیاگراس) و علف دالیس (بندواش آبزی) به صورت معضل در آمده اند، می توان از MSMA به میزان ۰/۷۵ گالن در ایکر سود جُست.

	اگر ایلیوسین طغیان نمود، بکاربردن سنکور به میزان ۲/۶ اونس در ایکر همراه با MSMA توصیه می شود.
	تکرار سمپاشی با فاصله ۱۰-۷ روز توصیه می گردد.
	سنکور را فقط بر روی چمن برموداگراس بکار ببرید گواینکه امکان خسارات موقتی در چنین مواقعی نیز وجود دارد.
	برای کنترل علف های هرز پهن برگ نظیر : قدح مریم (dollarweed ،pennywort) و نیلوفر گرمسیری (dichondra) می توان از فرمولاسیون آمین علفکش های توفوردی و تریمیک بهره گرفت.
ژوئن و جولای	در مواقع طغیان اویارسلام ها می توان از ترکیب علفکش ایمیج به میزان ۲ پنت در ایکر + ۰/۳۳ گالن از MSMA + ۰/۲۵ درصد حجمی مواد مویان سود جُست.
	تکرار سمپاشی با MSMA می تواند در کنترل اویارسلام های زرد و ارغوانی مفید باشد.
	از بازاگران به میزان ۳ پنت در ایکر می توان برای کنترل اویارسلام های یکساله و اویارسلام زرد استفاده نمود.
	استفاده از علفکش "منیج" به مقدار ۱/۳۳-۰/۶۷ اونس + ۰/۵ درصد حجمی از مواد مویان می تواند در کنترل اویارسلام های زرد و ارغوانی مفید باشند.
	"منیج" خسارات کمتری نسبت به "ایمیج" و MSMA به چمن برموداگراس وارد می سازد.

نکات مهم کاربرد علفکش ها در چمن های ورزشی عبارتند از :

۱) بهتر است از سمپاشی با حجم ۴ گالن در ایکر (gpa) سود جوئید.

۲) از کاربرد علفکش های پس از سبزشدن در دمای بالاتر از ۹۰ درجه فارنهایت بپرهیزید زیرا اغلب علفکش ها در دماهای بالا به چمن ها آسیب می رسانند.

۳) از مصرف علفکش های پس از سبزشدن نظیر : سیمازین و آترازین در زمان رویش بهاره (green up) چمن "برموداگراس" اجتناب ورزید زیرا این کار از این زمان تا یک ماه بعد می تواند باعث خسارت به چمن ورزشی گردد و رویش مجدد آن را به تأخیر اندازد. کاربرد علفکش ها در زمان رویش بهارهٔ چمن ها فقط در صورت تهاجم شدید علف های هرز توصیه می شود.

۴) فاصله زمانی کاربرد علفکش ها در چمن ها تا ورود مجدد افراد به زمین ورزشی حداقل ۲۴ ساعت تعیین شده است.

۵) ادخال علفکش های خاک در زمین می بایست با کمک ۰/۵ اینچ آبیاری صورت پذیرد. آبیاری می تواند علفکش های گرانوله و قطرات پاششی را به داخل زمین منتقل سازد.

۶) کاربرد علفکش ها در طی دوره هایی که کمترین استفاده از زمین چمن ورزشی انجام می گیرد، توصیه می شود.

۷) قبل از کاربرد علفکش ها نسبت به مطالعه مطالب برچسب آنها همّت گمارید (۳).

مشخصات و شیوه مدیریت چمن کنتاکی بلوگراس :

مخلوط تجاری کنتاکی بلوگراس (نوعی چچم) با نام "elite Kentucky bluegrass blend" از محبوب ترین بذور برای تهیّه چمن های ورزشی تخصصی بویژه زمین های مختص ورزش های توپی (ball fields) و چمن های کوتاه (fairway) ورزش گلف است (۷).

مخلوط تجاری بذور کنتاکی بلوگراس از ۲ خصوصیت مهم زیر برخوردارند :

الف) ایجاد پوشش کامل (high wear)

ب) ترمیم سریع (fast recovery) (۷).

مخلوط کنتاکی بلوگراس تجارتی مشتمل بر ۵ واریته چمن سازگار (compatible) ولی با ویژگی های ژنتیکی متفاوت است که به ظاهری یکنواخت منتهی می شوند. آنها عبارتند از :

۱) واریته Princeton 105 :

این واریته جزو انواع متراکم (compact type) و متحمل به عبورو مروری (traffic tolerant) محسوب می شود که در این مخلوط حضور دارند (۷).

۲) واریته Ginney II :

این واریته از انواع اصلاح شدهٔ رقم "midnight type" است. سطح فوقانی این نوع چمن دارای ویژگی های استاندارد "برنامه ملی ارزشیابی چمن" یا NTEP (National Turfgrass Evalution Program) آمریکا می باشد (۷).

۳) واریته Mystere :

این واریته از ارقام جدید "American type" با کیفیت چمنی بسیار بالا و تولید سبزینگی سریع در بهار است (۷).

۴) واریته Diva :
این واریته از انواع چمن های دارای ظاهر متراکم و فشرده، متحمل به خشکی و حائز استانداردهای NTEP است، که در قیاس با سایر چمن ها به ۵۰ درصد آبیاری کمتر نیاز دارد (۷).

۵) واریته Guinness :
این واریته از ارقام اصلاح شدهٔ "Shamrock type" است که دارای : کیفیت چمنی عالی و همچنین جوانه زنی و استقراریابی سریع است. جوانه زنی سریع چمن ها می تواند مانع رشد گراس های یکساله و علف های هرز پهن برگ گردد (۷).

مخلوط کنتاکی بلوگراس تجارتی شامل ترکیبی از بذور زیر می باشد :
۱) واریته Mystere ۳۰ درصد
۲) واریته Diva ۳۰ درصد
۳) واریته Ginney ۲۰ درصد
۴) واریته Princeton ۱۰ درصد
۵) واریته Guinness ۱۰ درصد (۷).

مخلوط کنتاکی بلوگراس تجارتی از ویژگی های زیر برخوردار می باشد :
۱) متحمل به عبور و مرور (traffic tolerant)
۲) دوام و پایداری (persistence)
۳) سبزشدن سریع در بهار (early spring green-up)
۴) حفظ رنگ در پائیز (good fall color retention)

۵) مقاوم به سرما (winter hardy)
۶) بافت متوسط (medium texture)
۷) تحمل مناسب به خشکی (good drought tolerance)
۸) ویگوریته خوب گیاهچه ای (high seedling vigor)
۹) نیمرخ رشد کوتاه (low growth profile)
۱۰) دیرپائی سالانه (good durability)
۱۱) متحمل به پوشانیدن (high wear tolerance)
۱۲) رنگ سبز تیره (dark green color) (۷).

نکات زیر در مورد استقراریابی و نگهداری مخلوط کنتاکی بلوگراس تجارتی حائز اهمیت است:
۱) مقدار بذر (seed rate) :
۱-۱) قبل از کاشت بذور کنتاکی بلوگراس بهتر است زمین را بخوبی آماده سازند تا ریشه های چمن بخوبی رشد یابند و گیاه سریعاً مستقر گردد.
۱-۲) مقدار بذور مورد نیاز کنتاکی بلوگراس برای ایجاد زمین چمن نو در حدود ۱۷۰-۱۵۰ پوند در ایکر است.
۱-۳) مقدار بذور مورد نیاز کنتاکی بلوگراس برای ترمیم چمن های خسارت دیده و تنک در حدود ۳-۲ پوند برای هر ۱۰۰۰ فوت مربع بر اساس شدت خسارت است (۷).

۲) استقراریابی (establishment) :
۲-۱) کنتاکی بلوگراس جزو چمن های برگ باریک (turfgrass) چندساله محسوب می شود.
۲-۲) این واریته حدوداً ۳-۲ برابر سریع تر از ryegrass جوانه می زند و استقرار می یابد.
۲-۳) این مخلوط به تولید لایه چمنی ضخیمی در پائیز منجر می شود که می تواند سرمای زمستان را در حالت دورمانسی تحمل نماید.

۲-۴) بذرپاشی آن را می توان در اواخر پائیز (مناطق معتدل) و یا اوایل بهار (مناطق سرد) انجام داد.
۲-۵) بذور مزبور را بهتر است قبل از کاشت تحت تیمار شکافتگی (silt seed) قرار داد.
۲-۶) چمن های تنک را باید زیرورو و هوادار (aerate) نمود.
۲-۷) بذور جوانه زده را در اوایل بهار در لابلای چمن های تنک می کارند سپس مرتباً چمن ها را موور می زنند و ارتفاع آنها را در کوتاهترین حد حفظ می کنند تا بذور جوانه بزنند و به خوبی رشد نمایند و بدینگونه چمن آسیب دیده را ترمیم نمایند (۷).

۳) حفظ و نگهداری (maintenance) :
۳-۱) برای جبران صدمات ناشی از تنش خشکی بر چمن کنتاکی بلوگراس بهتر است آنرا با کودهای مناسب نظیر کود greenguard در اواسط آگوست و سپس با کود winterizer در اواخر سپتامبر تقویت نمود.
۳-۲) برای جبران صدمات ناشی از سرمای زمستان بهتر است چمن ها را با کود greenguard در اوایل مه و سپس در اوایل ژوئن تقویت نمایند.
۳-۳) با کاربرد کود Quench طی اوایل ژوئن در چمن ها می توان باعث حفظ سلامتی آنها در سراسر تابستان گردید (۷).

۴) موورزدن (mowing) :
۴-۱) چمن های ورزشی را در صورتی می توان به بهترین حالت نگهداری نمود که آنها را از ارتفاع کوتاهتر از ۳ اینچ موور نزنند. بدین ترتیب هیچگاه نباید بیش از ۳۰ درصد ارتفاع چمن ها را در هر دفعه (بویژه در تابستان) حذف نمود. این ارتفاع می تواند باعث حفظ سلامتی چمن ها گردد و آنها را از تنش تابستانه، بیماریها، حشرات و هجوم علف های هرز مصون دارد.
۴-۲) برای ایجاد بهترین موفقیت لازم است که ارتفاع چمن ها را از اواسط اکتبر به ۲ اینچ کاهش داد تا سلامت آن در پائیز و زمستان حفظ شود و به کمترین سرایت بیماریها در بهار دچار گردد (۷).

منابع و مآخذ :

1) Chalmers , David R. & James Mcafee – 2017 – How to select and install sod ; ecological turf tips – Agrilife Extension Service ; Texas A&M System ; http://Agrilifeextension.tamu.edu

2) Heinz , Louise – 2017 – Sports and urban turfgrass management – North Dakota State University (NDSU) ; www.ndsu.edu

3) Landry , Gil & Tim Murphy – 2017 – Athletic field management – Extension Crop and Soil Sciences

4) Leinauer , Bernd & Mike Baron – 2017 – Subsurface drip irrigation for sports turf – New Mexico State University

5) McNeal , Chair Abby & et al – 2017 – A guide to synthetic and natural turfgrass for sports fields : selection , construction and maintenance considerations – Sportsturf Managers Assiciation

6) Sawater – 2017 – Sports turf maintenance guide – Government of South Australia ; www.sawater.com.au

7) S. T. A. – 2017 – Sport sod – www.specialtyturfag.com