

المزج

Mixing

مبادئ المزج

اهمية المزج او الخلط

القليل جدا من المستحضرات الصيدلانية يحوي على مكون واحد وانما الغالبية العظمى منها يحوي على عدة مكونات ليستطيع اداء الوظيفة المنتظرة منه سواء ليتم تصنيعه وليتم استعماله بشكل كفاء من قبل المرضى وكذلك ليؤدي الوظيفة العلاجية المنتظرة. حينها يجب المزج الجيد والفعال لكل المكونات لكي تكون المادة الفعالة متوزعة بشكل متجانس ولتغطي مواصفات صيدلانية جيدة.

من الاشكال الصيدلانية التي تتطلب المزج خلال تصنيعها:

- المضغوطات والكبسولات والاشكال الصلبة الاخرى
- المستحلبات والكريمات ومزائج السوائل غير الممتزجة
- مزائج السوائل الممتزجة مع بعضها
- المعاجين والمعلقات وكل مبعثرات المواد الصلبة.

تعريف وهدف المزج

هو عملية الهدف منها معالجة مكونين أو أكثر غير ممزوجين في البداية أو ممتزجين بشكل جزئي بحيث تصبح كل وحدة (جزئية أو جسيمة) تقترب أكثر ما يمكن من وحدة المكون (أو المكونات) الآخر (أو الأخرى). اذا تم تحقيق ذلك نحصل على المزج التام Perfect mix (الشكل 1) ولكن هذا لايمكن الحصول عليه عملياً وحتى في بعض الاحيان ليس ضرورياً كما في مزج المزلاقات مع الحثيرات.

اذن المطلوب هو الوصول قدر الامكان الى هذه الحالة المثالية وهذا يتوقف على المستحضر الذي يتم تصنيعه وعلى الهدف من عملية المزج فمثلا من المرغوب المزج الجيد عند مزج مادة فعالة قوية potent او مزج سائلين غير ممتزجين او بعثرة صلب ضمن سائل ولكن ليس من المرغوب المبالغة في مزج المزلاقات لانها تضعف المضغوطات من جهة وتطيل زمن النفتت من جهة اخرى.

ملاحظة: ان عملية المزج تحدث بالصدفة وتخضع لاحتمالات فالمزج العشوائي (الشكل 1) هو المزج الذي يكون فيه احتمال اختيار جسيمة متساو في كل التوضعات ومساو لنسبة هذا النوع من الجسيمات في المزيج.

a

b

c

الشكل 1: أنواع المزج (التام a, العشوائي b, فصل المساحيق c)

انماط المزاج

مزاج موجبة: تتألف من مواد مثل الغازات او سوائل مزوجة حيث أنها تمتزج بشكل تلقائي وبشكل غير عكوس بواسطة الانتشار وتميل لتعطي مزجا تاما perfect mix وهذه المزاج لا تحتاج الى ادخال طاقة للمزج مع انها تنقص وقت المزج

مزاج سلبية: وهنا تميل مكوناتها الى الانفصال وإذا حدث هذا بسرعة عندها يجب ان تزود الطاقة المناسبة بشكل مستمر للحفاظ على البعثة الجيدة مثل معلقات الكالامين حيث يبعثر الكالامين ضمن سائل منخفض اللزوجة. في مزاج سلبية اخرى يحدث الانفصال ولكن ببطء كما في المستحلبات والكريمات والمعلقات اللزجة. من الصعب تحضير مزاج سلبية حيث انها تحتاج الى درجة مزج أكبر من تلك للمزاج الموجبة

مزاج معتدلة: هي التي تكون ساكنة وثابتة اي ان المكونات ليس لها الميل لان تمتزج بشكل تلقائي وليس لها الميل لان تتفصل بشكل تلقائي بعد تزويد الجملة بالعمل اللازم للمزج ومثال عنها: مزاج المساحيق والمراهم والمعاجين.

يمكن ان يتغير نمط المزيج خلال انجاز العملية فمثلا زيادة اللزوجة يمكن ان تغير المزيج من سلبى إلى معتدل وكذلك يتم التغير مع تغير ابعاد الجسيمات ودرجة البلل وبتغير التوتر السطحي للسائل.

تقييم درجة المزج

يجب مراقبة عملية المزج للأسباب التالية:

- 1- تحديد مدى او درجة المزج
- 2- لتتبع عملية المزج
- 3- لتحديد متى يصبح المزج كافيا
- 4- لتقييم فعالية مزج ما
- 5- لتحديد وقت المزج اللازم للعملية الموافقة

يقارن معامل المزج M بين الانحراف المعياري لمحتوى العينات المأخوذة من المزيج SACT مع الانحراف المعياري للعينات ذات المزج العشوائي التام SR. تتم المقارنة مع SR لأنه نظريا هو افضل مزيج يمكن الوصول اليه عمليا وبالتالي فان:

$$M = SR / SACT$$

عند بداية عملية المزج تكون SACT كبيرة وبالتالي فان M يكون صغيراً ومع استمرار المزج تميل SACT لان تصغر عندما يقترب المزج من المزج العشوائي. وإذا أصبح المزج عشوائيا عندها M=1. تنقص قيمة SACT مع زيادة وقت المزج او مع زيادة عدد دورات المازج كما انه من بين العوامل المؤثرة الاخرى: خواص المسحوق -تصميم واستعمال المازج.

هناك مطلبان اساسيان لتحقيق كفاءة المزج:

- 1- عدد عينات كاف: على الاقل 10 عينات من اعماق مختلفة في المزيج ومن الجوانب ومنتصفه. تؤخذ العينات باداة خاصة sampling thief مع تجنب احداث اضطراب في سرير المساحيق
- 2- وجود طريقة تحليلية مناسبة بحيث تكون قيمة SACT هي انعكاس حقيقي لتغير المحتوى وليس نتيجة طريقة التحليل ذاتها.

تجدر الإشارة انه عند مزج صيغ حاوية على مكون فعال بنسبة كبيرة يمكن الحصول على قيم تباين صغيرة في المحتوى دون الوصول الى المزج العشوائي لذلك يمكن هنا إيقاف المزج لخفض التكلفة.

آليات المزج وعدم المزج

المساحيق

هناك ثلاث آليات لمزج المساحيق: الحمل Convection, القص Shear والانتشار Diffusion

يحدث المزج **الحملي** عند نقل مجموعة كبيرة من الجسيمات من جهة الى اخرى في سرير الجسيمات كما في المزج بالمجداف paddle او المحرك ذي الشفرات blades. يميل لإعطاء درجة مزج عالية بسرعة (تنخفض SACT بسرعة). لا يحدث المزج داخل مجموعة الجسيمات المتحركة مع بعضها كمجموعة ولتحقيق مزج عشوائي يجب زيادة وقت المزج.

يحدث **القص** عندما تتحرك او تنساب طبقة من المادة فوق طبقة اخرى ويكون هذا عائداً الى ازالة الكتلة بالمزج الحملي مولداً مستوى قص/انزلاق غير ثابت مما يسبب انهيارا او انطواء في سرير المسحوق. يحدث هذا في المازجات عالية القص والمازجات القلابة حيث ان المازج يقوم بإحداث فروق في السرعات ضمن سرير المسحوق حيث ان الطبقة العلوية تتحرك بسرعة اعلى من السفلية وبالتالي قص طبقة فوق اخرى.

لتحقيق مزج عشوائي يجب ان تتحرك الجسيمات افرادياً وهذا يحدث في المزج **الانتشاري**. عند اجبار مسحوق على الحركة يتمدد المسحوق ويشغل حجماً اكبر وتزداد الفراغات ضمنه فتتحرك الجسيمات حسب الجاذبية لتسقط ضمن الفراغات المتشكلة مع ان هذا المزج يميل ليعطي مزجاً عشوائياً الا انه ينتج معدل مزج منخفض.

تحدث هذه الآليات الثلاثة مع بعضها وقد تسيطر واحدة على اخرى ويتوقف هذا على نمط المازج وشروط المزج مثل سرعته وحمولته وكذلك يتوقف على انسيابية مكونات المسحوق.

السوائل

هناك ثلاثة آليات: النقل الكتلتي bulk transport, المزج المضطرب turbulent mixing, الانتشار الجزيئي.

يكون النقل **الكتلي** مماثلاً للنقل الحملي حيث تنتقل كتلة من السائل من مكان الى آخر ويظهر عند استخدام المازج نمط المجداف ويميل لاعطاء درجة مزج عالية بسرعة ولكن يترك السائل ضمن المادة المتحركة غير ممزوج.

يظهر المزج **المضطرب** من حركة الجزيئات كيفما اتفق عندما تجبر ان تتحرك بطريقة مضطربة وان التغير الثابت في سرعة واتجاه الحركة يعني احداث اضطراب وهذه آلية مزج فعال, الا انه في المزج المضطرب تكون هناك مجموعة من الجزيئات تتحرك مع بعضها كوحدة مستقلة يطلق عليها اسم الدوامة eddy (أو تيار) وهذه الاخيرة تميل لتصغر وتستبدل باخرى. لذلك فان المزج المضطرب يمكن ان يؤدي الى مناطق صغيرة غير ممزجة وكذلك في مناطق تقع قرب سطح الوعاء.

تتحقق حركة الجزيئات في هذه المناطق بالآلية الثالثة وهي **الانتشار الجزيئي** ويحدث هذا في السوائل المزوجة اينما يوجد مدروج في التركيز الا ان هذا سياتخذ وقت مزج طويل ان كان الانتشار هو الآلية الوحيدة في المزج.

في معظم المازجات تتواجد الآليات الثلاث حيث تظهر الآليتان الاوليتان من حركة المحرك stirrer او المجداف وبسرعة مناسبة.

انفصال المساحيق (عدم المزج) Powder segregation (demixing)

انفصال المساحيق هو التأثير المعاكس للمزج حيث تميل الجسيمات لان تنفصل من المزيج. تعتبر هذه الظاهرة خطيرة لانه اذا حدث فلن يحدث المزج العشوائي او ينقلب المزج العشوائي الى لاعشوائي ويجب اخذ الحيطة لئلا تنفصل المساحيق بعد مزجها مثلاً عند نقلها الى آلة اخرى....

يسبب انفصال المساحيق تبايناً في المحتوى ويقود الى عدم تجانس المحتوى واذا حدث انفصال في الحثيرات في قمع التغذية يمكن الاتجتاز المضغوطات تجانس الوزن.

اسباب انفصال المساحيق

تعود الاسباب الرئيسية لانفصال المساحيق الى اختلاف ابعاد وشكل وكثافة الجسيمات كما يجب اخذ العلم ان الانفصال يزداد عندما يتعرض سرير الجسيمات للاهتزاز واذا كانت الجسيمات ذات انسيابية كبيرة.

تأثير ابعاد الجسيمات

ان اختلاف الابعاد هو السبب الرئيسي لانفصال مكونات المساحيق حيث ان الجسيمات الصغيرة تميل للسقوط عبر الفراغات المتشكلة بين الجسيمات الكبيرة وتتحرك باتجاه اسفل الكتلة وهذا مايسمى بالانفصال التزحيلي **percolation segregation** ويمكن ان يحدث هذا في الاسرة الساكنة اذا كانت الجسيمات المزحلة صغيرة جدا لتسقط ضمن الفراغات ولكن يحدث بشكل كبير اذا تمدد السرير نتيجة حدوث اضطراب فيه (الاجزاء الناعمة تترسب للأسفل في وعاء حفظ الحبوب او القهوة).

يمكن ان يكون الاضطراب عاندا الى اهتزاز او صب او تحريك. خلال عملية المزج يكون للجسيمات الكبيرة طاقة حركية اكبر من الصغيرة لذلك فهي تتحرك مسافات اكبر قبل ان تستقر وهذا يؤدي الى الفصل المسمى الفصل المساري **trajectory segregation** وهذا الفصل مع الفصل التزحيلي مسؤولان عن توضع الجسيمات الكبيرة على حواف كومة المسحوق عند صبه من العبوة.

اثناء المزج وعند تفريغ المادة من الوعاء تميل الجسيمات الصغيرة (الغبار) لان تطير نحو الاعلى نتيجة التيارات الهوائية المضطربة المتشكلة اثناء التفريغ وتبقى معلقة في الهواء. عند ايقاف المازج او اكتمال التفريغ تترسب هذه الجسيمات الغبارية الناعمة وتشكل طبقة على سطح الجسيمات الكبيرة ويسمى هذا بالفصل الترويقي **elutriation segregation** او التغبير **dusting out**.

تأثير كثافة الجسيمات

اذا كانت الجسيمات ذات كثافات مختلفة فالجسيمات ذات الكثافة الاكبر ستميل الى التحرك للأسفل حتى لو كانت الابعاد متماثلة. يمكن ان يحدث كذلك الفصل المساري بسبب اختلاف الكثافة وذلك بسبب اختلاف الكتلة. تأثير الكثافة على الفصل التزحيلي سيكون اقوى اذا كانت الجسيمات ذات الكثافة الاكبر هي الأصغر ويمكن للابعاد وللكتافة ان يلغيا بعضهما البعض اذا كانت الجسيمات الاكبر هي الاكثر كثافة. تكون عادة مكونات الصيغ الصيدلانية ذات كثافة قريبة ولايكون هناك تأثير للكثافة مع استثناء وحيد في السرير الهوائي حيث ان لاختلاف الكثافة اهمية اكبر من اختلاف الابعاد.

تأثير شكل الجسيمات

تتمتع الجسيمات الكروية بانسيابية اكثر وبالتالي فهي تمزج بسهولة ولكنها ايضا في الوقت ذاته تنفصل بسهولة اكثر من الجسيمات غير الكروية. يمكن للجسيمات غير المنتظمة او ذات الشكل الابري ان تتشابك مقللة القدرة على حدوث الفصل بعد عملية المزج. الجسيمات غير الكروية ذات سطح اكبر بالنسبة للوزن (مساحة السطح النوعية) وبالتالي فهي اقل ميلا للفصل نتيجة زيادة التأثيرات التماسكية **cohesive effects** ولكنها ايضا ستزيد من احتمال التغبير.

تتغير القدرة على الفصل خلال العمليات الصيدلانية المختلفة لان توزيع الابعاد وشكل الجسيمات يتغير خلال العمليات المختلفة نتيجة الاحتكاك او حدوث التجمعات....

ستتحسن قدرة المزج في المزائج غير المنفصلة مع زيادة وقت المزج اما في المزائج المنفصلة فهناك وقت افضلي للمزج حيث في بداية المزج يكون معدل المزج اكبر من معدل عدم المزج ولكن بعد وقت معين يسيطر معدل عدم المزج وذلك حتى الوصول الى التوازن.

حلول مشكلة فصل المساحيق

- 1- اختيار ابعاد مناسبة مع ضرورة التنخيل لازالة الغبار او الجسيمات الكبيرة وبحيث تكون المواد الفعالة والسواغات ذات ابعاد متقاربة
- 2- تصغير الابعاد بالطحن اذا كانت بعض المكونات كبيرة الابعاد وذلك لضمان ان كل الجسيمات ذات ابعاد متقاربة بحيث تكون اقل من 30 ميكرون وعندها لايفرض الفصل- في حال حدوثه- مشاكل كبيرة
- 3- اختيار سواغات ذات كثافة قريبة من المادة الفعالة
- 4- تحثير مزيج المساحيق بحيث ان الجسيمات الصغيرة والكبيرة تقع في نفس الوحدة -حثيرة-
- 5- تقليل حدوث الهز والتحرك بعد المزج
- 6- استعمال اقماع لتعبئة الالات بحيث لايبقى المزيغ لفترة طويلة

- 7- استعمال اجهزة متعددة الوظائف بدون الحاجة الى نقل كتلة المزيج من الى اخرى كما في السرير الهوائي والمحرر عالي السرعة
8- انتاج مزائج منظمة مرتبة ordered mix

المزج المنظم Ordered mixing

هو مزج جسيمات صغيرة وذات قدرة التصاقية لاعطاء تجانس كبير. يقوم المبدأ على أن الجسيمات الصغيرة (المادة الفعالة) ستلتصق على الجسيمات الكبيرة (الحامل أو السواغ) ويمكن أن تكون القوى المسؤولة عن ذلك هي قوى تجاذب كهربائي ساكن أو قوى التوتر السطحي. فإذا كانت جسيمات الحامل مثل اللاكتوز أو المانيتول فإنها ستتحل بتماسها مع الماء بسرعة وستعطي انحلالاً (أو تبعثراً) كبيراً للمادة الفعالة.

في المزج المنظم، تتحرك الوحدة المولفة من المادة الفعالة والحامل كوحدة مستقلة بينما في المزج العشوائي ستتحرك كل جسيمة (سواء كانت مادة فعالة أو سواغ) بشكل افرادي وعشوائي ومستقل. لتحقيق المزج المنظم يجب أن تكون المادة الفعالة ذات أبعاد اصغر من أبعاد جسيمات الحامل وهذا مختلف عن المزج العشوائي.

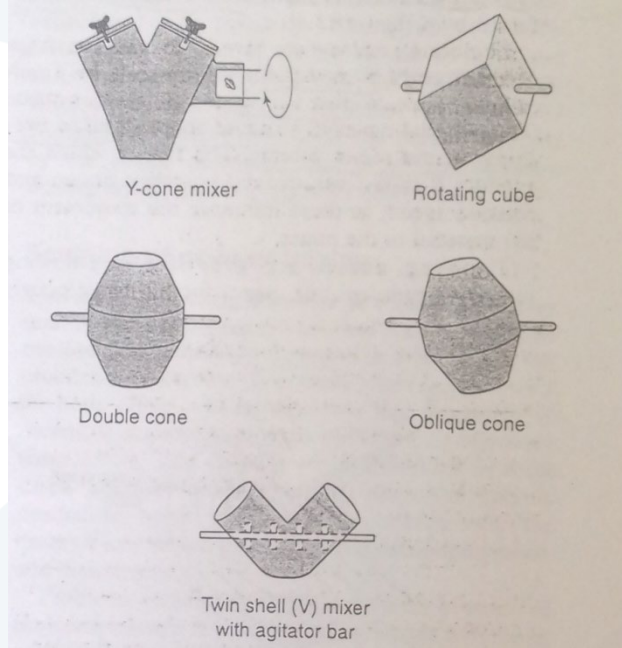
مزج المساحيق

اعتبارات عملية

- 1- اذا كانت المادة الفعالة قليلة النسبة في المزيج فانها تمزج بداية مع كمية مماثلة من الممدد ومن ثم اضافة الممدد تدريجياً بكميات مماثلة لمزيج المادة الفعالة و اذا كانت كمية المادة الفعالة قليلة جداً يفضل ان تمزج مع السواغ اولاً في مازج منفصل قبل وضعها في المازج النهائي مع بقية الممدد
- 2- يجب تعبئة المازج بشكل مناسب للحصول على مزج فعال: اذا تمت التعبئة بشكل مبالغ فيه لا يصبح هناك تمدد لسرير المساحيق من اجل تحقيق المزج الانتشاري ولا تستطيع المادة ان تنساب لتسمح لمزج القص ان يحدث. كذلك تعبئة المازج بكمية قليلة من لمساحيق معناها ان مزيج المساحيق لا يتحرك بالطريقة المطلوبة في قلب المازج او يمكن ان يزداد عدد عمليات المزج لكل وجبة.
- 3- يجب ان يعطي المازج المستخدم اليات المزج المناسبة للصيغة مثلاً المزج الانتشاري مفضل للادوية القوية Potent والقص العالي مطلوب لتجمعات المواد المتماسكة cohesive. كما يجب الانتباه الى ان قوى الاحتكاك الناتجة في حالة القص العالي تخرب المواد الهشة وتنتج جسيمات ناعمة.
- 4- يجب ان يسمح تصميم الجهاز بإزالة الغبار المتشكل بسهولة كما يجب ان يسمح بالحصول على المزيج كاملاً وهذا ما يسمح بتقليل التلوث المتصالب وحماية العمال والمنتجات.
- 5- تحديد وقت المزج المناسب: وذلك بأخذ عينات وتحليلها خلال فواصل زمنية مختلفة وهذا يشير ايضاً فيما إذا كان الفصل قد حدث او لا ويظهر مشاكل زمن المزج المبالغ فيه.
- 6- عندما تحتك الجسيمات ببعضها الآخر عند حركتها داخل المازج يمكن ان تظهر شحنات ساكنة مما ينتج عنه كتلة تجمعات مما يقلل المزج الانتشاري ويسمح للمادة بالالتصاق على الالة او على سطوح الوعاء ولتجنب هذا يجب تأريض الآلات بطريقة مناسبة ويجب ان تنجز عملية المزج برطوبة نسبية كبر من 40%.

اجهزة مزج المساحيق

- 1- المازجات القلابة tumbling mixers/blenders تستعمل لمزج الحثيرات والمساحيق حرة الانسياب ومن امثلتها: المازج المخروطي double cone- المكعب الدوار cube mixer- السبعي او V mixer- المازج الطبلي twin shell – Drum mixer (الشكل 2).



الشكل 2: انماط من المازجات القلابة

من الشائع حالياً استخدام IBC intermediare bulk container (الشكل 3) من أجل المزج لتغذية اقماع التغذية للمضغوطات والكبسولات وكقمع بحد ذاته حيث انه متعدد الوظائف مما يقلل من الهز وفصل المساحيق.



الشكل 3: نموذج عن IBS

تدور اوعية هذه المازجات حول محور فيحدث التقلب وبالتالي المزج بالقص حيث تتحرك الطبقة العلوية بسرعة اعلى وتنقص السرعة مع زيادة المسافة من السطح ومع تقلب المزيج يتمدد سامحا للجسيمات بالتحرك للأسفل تحت تأثير الجاذبية وبالتالي يحدث المزج الانتشاري. اذا حرك المازج بسرعة كبيرة وزائدة ستبقى المادة متوضعة على جدران المازج بالقوة النابذة واذا نقصت السرعة فلن يكون هناك تمدد كاف وسيكون مزج القص ضعيفاً. ان اضافة نتوءات وحوارج او قضبان دوارة ستسمح بالمزج الحملي وهذه المازجات فعالة في مزج 50غ (مخبرياً) الى 100 كغ (صناعياً) وتشغل المادة حوالي نصف الى ثلثي سعة المازج ويتوقف معدل المزج على نوع المازج وسعته وسرعة دورانه.

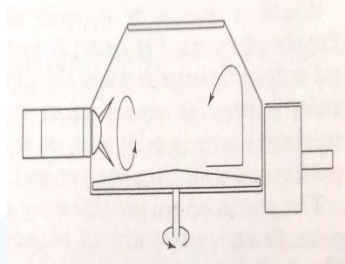
المازجات القلابة غير مناسبة للمساحيق المتماسكة والمساحيق سيئة الانسيابية لان قوى القص لن تكون كافية لتحطيم التجمعات كما يجب الانتباه الى تأثير ابعاد الجسيمات على حدوث ظاهرة الفصل. تستخدم هذه المازجات لمزج المزلقات ومحسنات الانسيابية ومفككات الطور الخارجي مع الحثيرات قبل عملية الضغط وايضا تستخدم لتحضير مزائج منظمة ولكن ببطء بسبب التصاق الجسيمات المدمصة.

يعتبر turbula shaker-mixer (الشكل 4) الخلاط الرجاج الهائج حيث يستخدم حركة انقلابية اضافة للحركة الدورانية والمتعدية مما يؤدي الى مزج افضل وتقليل الفصل نتيجة اختلاف الابعاد والكثافة.



الشكل 4: الخلاط الرجاج الهائج

2- المازجات -المحتررات عالية السرعة High-speed mixer- granulators في الصيدلة, من المفضل استخدام جهاز يفي بعدة اغراض ومثال عن ذلك المحتر المازج ومن اسمه يتبين انه يمكن يمزج ويحتر بدون الحاجة الى نقل المزيغ بين الاجهزة وتقليل الفصل. يحوي الجهاز على شفرات دوارة في قاعدة المازج تدور بسرعة عالية راميا المادة باتجاه جدران الوعاء بالقوة النابذة ومن ثم تدفع المادة عاليا قبل سقوطها باتجاه مركز المازج (الشكل 5).



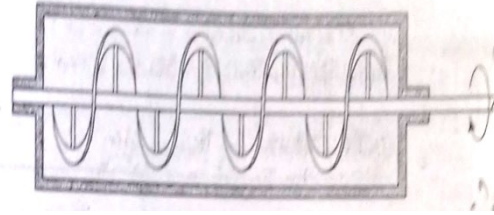
الشكل 5: المازج -المحتر عالي السرعة

تقوم حركة الجسيمات بمزج المكونات بسرعة نتيجة قوة القص العالي كما تسمح بالتمدد وبالتالي حدوث المزج الانتشاري وعند الانتهاء من المزج يضاف سائل التحثير وتشكل الحثيرات في الوعاء نفسه تحت تاثير سرعة منخفضة من الدوار impeller وتحت تاثير الشفرة chopper المتوضعة جانبا. يجب الانتباه إذا كانت المادة متكسرة بسهولة فهذا المازج لا يناسبها ولا يناسب كذلك مزج المزلاقات مع الحثيرات نتيجة المزج الزائد.

3- مازج السريير الهوائي: العمل الرئيسي للسريير الهوائي هو تحفيف الحثيرات او تلبيس الجسيمات ولكن يمكن ان يستخدم للمزج قبل التحثير في نفس الوعاء.

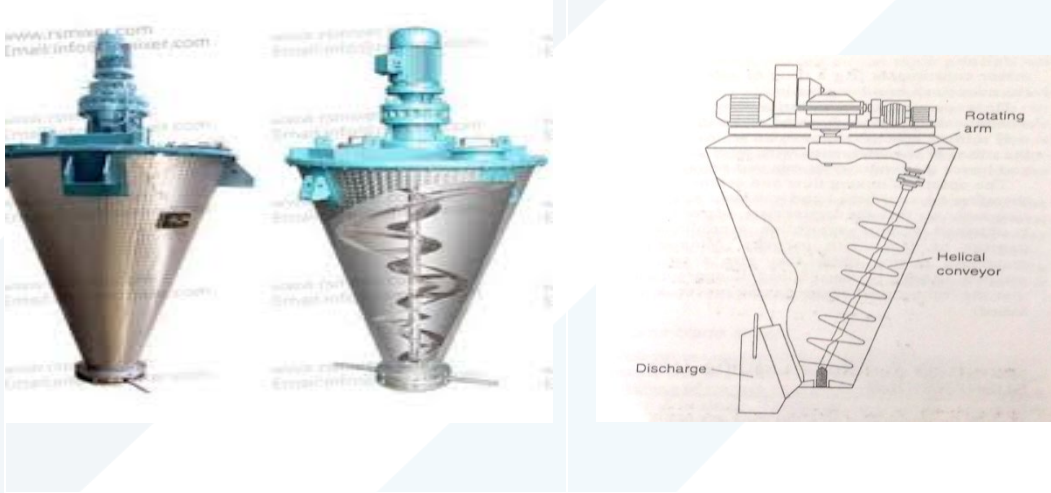
4- مازجات الحركة Agitator mixers

يعتمد هذا النوع على حركة شفرة او مجداف ضمن المستحضر وبالتالي فالالية الرئيسية هي الحمل. امثلة عن هذه المازجات: Ribbon mixer المازج الشريطي, المازج الكوكبي Planetary mixer, Nautamixer. في ال- Ribbon mixer (الشكل 6) يتحقق المزج بدوران شفرات حلزونية في الجرن نصف الكروي وتظهر فيه مناطق ميتة dead spots ومن الصعب ازالتها وقد تكون حركة الشفرات غير كافية لفك التجمعات لذلك يستخدم لمزج المواد سيئة الانسيابية ويكون الاحتمال اقل لان يحدث فصل المساحيق مقارنة مع المازجات القلابة.



الشكل 6: المازج الشريطي Ribbon mixer

يتكون الـ Nautamixer من وعاء مخروطي مثبت في اسفله لولب دوّار مثبت في نهاية ذراع دوّار في النهاية العلوية (الشكل 7). ينقل اللولب المادة قرب القمة حيث تسقط كشلال ضمن الكتلة ولذلك فان هذا المازج يحقق المزج الحملي (لان المادة تحمل للاعلى) وكذلك يحقق مزج القص والمزج الانتشاري (لان المادة تسقط).



الشكل 7: المازج نمط Nautamixer

مزج السوائل المزوجة والمعلقات

تمزج السوائل ذات اللزوجة المنخفضة بسهولة مع بعضها البعض وكذلك تبعثر الاجزاء الصلبة بسهولة في السائل ولكن الجسيمات الصلبة تميل لان تنفصل عند توقف المزج. السوائل اللزجة هي الاصعب لان تمزج ولكن يمكنها ان تنقص معدل ترسيب الجسيمات المعلقة.

1- المازجات نمط المجذاف paddle mixers: يتكون المحرك من ذراع شاقولي في نهايته تتوضع قطعة معدنية بشكل مجذاف (الشكل 8). تعطي هذه المازجات جرياناً صفائحياً بكل خاص (بشكل متواز مع الشفرات).



الشكل 8: شفرات متوضعة بشكل مجذاف (a), الجريان الصفائحي (b)

2- المازجات نمط المروحة او الفراشة Propeller mixers: مثال عنه بحيث يتوضع الى حافة الوعاء حيث يملك شفرات جانبية (بزاوية) تسبب دوران السائل في كلا الاتجاهين المحوري axial والشعاعي او القطري

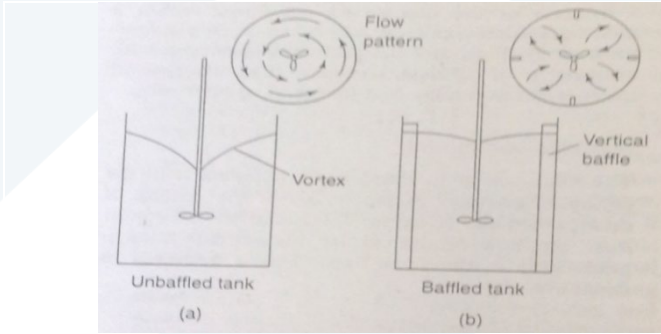
radial (الشكل 9). ولانه لا يتوضع في المركز فهو لا يسبب بظهور الدوامات vortex حيث ان الدوامة تظهر عندما تسبب القوة النابذة المتولدة من شفرات المحرك لان تحرك السائل نحو حواف الوعاء فيتوضع بعيدا عن المركز وبالتالي يحدث نقص بالسائل عند ذراع المحرك ومع زيادة السرعة يمكن ان تمتص كمية من الهواء لداخل السائل نتيجة تشكل الدوامة وبالتالي احتمال حدوث رغوة واكسدة للمواد الحساسة. اذا توضع المحرك في المركز يكون الجزء الاكثر فعالية في المزج هو الذي يوجد قرب المروحة بينما الاقل فعالية هو القعر.

b

a

الشكل 9: الجريان الشعاعي (a) والمحوري (b)

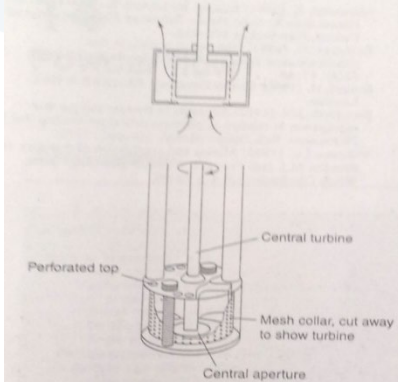
من الحلول الاخرى لتقليل ظهور الدوامات اضافة حواجز baffles على جدران الوعاء وهذا يغير حركة السائل من مساره الدائري الى مركز الوعاء حيث يفترض ان تتشكل الدوامة (الشكل 10). تكون النسبة بين قطر المحرك الى الوعاء هي عادة 1:10 او 1:20 ويعمل بسرعات 1- 20 rpm ويعتمد محرك المروحة او الفراشة في تحريكه على الانسياب المحوري والشعاعي واللذان لن يحدثا اذا كان السائل لزجا كثيرا لذلك فهو مفضل في السوائل قليلة اللزوجة.



الشكل 10: المزج بواسطة نمط المروحة (مع او بدون حواجز)

3- المازجات نمط العنفة turbine mixers : يستخدم للسوائل اللزجة ويكون للمحرك في احد تصاميمه اربع شفرات مسطحة محاطة بحلقتين مثقبتين داخلية وخارجية (الشكل 11).





الشكل 11: المازج نمط العنفة turbine mixers

يسحب المحرك السائل الى رأس المازج ويجبره على الدخول عبر الثقوب بسرعة شعاعية كبيرة كافية للتغلب على اللزوجة. يوجد عيب هنا وهو غياب الحركة المحورية ولكن باستعمال رؤوس مثقبة في الاعلى يمكن ان تنتج هذه الحركة. عندما يجبر السائل عبر الثقوب الصغيرة بسرعة كبيرة تنتج قوة قص كبيرة فعند مزج سوائل غير مزوجة واذا كانت الفتحات صغيرة كفاية والسرعة كبيرة فان قوة القص تسمح بتوليد قطيرات صغيرة من الطور المبعثر ويسمح بالحصول على مبعثر ثابت ز/م او م/ز. لا يتوافق مازج العنفة مع السوائل عالية اللزوجة جدا لانها لن تسحب للاعلى وهذه السوائل تعامل معامل المستحضرات نصف الصلبة.

من المازجات الاخرى نجد المازجات المخبرية المغناطيسية التي يكون فيها المحرك بشكل قضيب صغير معدني يوضع ضمن الوعاء وعند وضع الوعاء فوق الجهاز الحاوي على مغناطيس متحرك بشكل دائري يتحرك القضيب بداخل الوعاء مسببا مزج السائل.

مزج المواد نصف الصلبة

تكمن المشكلة هنا في صعوبة انسياب المواد نصف الصلبة وبالتالي فهذه المواد تميل لاعطاء مناطق ميتة لذلك يجب البحث عن مازج يحوي عناصر مع فراغات ضيقة فيما بينها وبينها وبين جدران الوعاء ويجب ان تنتج قصا عاليا حيث ان الانتشار والحمل لا يمكن أن يحدثا.

1- المازج الكوكبي: جاءت تسميته من حركة الكواكب حول الشمس فهو يتمتع بحركة مضاعفة ويكون هناك فراغ صغير بين الوعاء والمحرك مما يعطي القص ولكن بكشط المحتوى نحو الاسفل ضروري لمزج المكونات جيدا حيث تميل المكونات للتجمع للاعلى (الشكل 12). يمكن استخدام هذا المازج كذلك لمزج المساحيق وخاصة اذا كان التحثير الرطب مطلوباً.



الشكل 12: المازج الكوكبي

2- المازج ذو الشفرة سيغما Σ (الشكل 13): خاص للمعاجين والمراهم ويعتمد في عمله على اقتراب الشفرتين فيما بينهما وكذلك الفراغ بين الشفرة وجدران الوعاء يكون ضيقا. من الصعب بعثرة المساحيق مع الاساس

نصف الصلب بشكل كامل مع هذه المازجات ولا تكون مرئية للعين لذلك يجب اكمال العمل بالطاحونة الدوارة او الطاحونة الغرويدية وبالتالي تحتك هذه الجسيمات ومع القص العالي المتولد عن الاسطوانات يتحقق التبعثر الجيد للمساحيق.



الشكل 13: المازج ذو الشفرة سيغما Σ

انتهت المحاضرة

المراجع المعتمدة

Michael E. Aulton: Aulton's Pharmaceutics, The design and manufacture of medicines, 3rd edition, 2007