Air Pollutants Dispersion

1. Buoyant acceleration of parcel

غمامة الدخان الصادرة من المدخنة تصعد بسبب زخمها وقوة الطفو، F_b، التي تعطى بـ

$$F_b = V\,g\,(\rho_{atm} - \rho_{air\ parcel}) = m_{air\ parcel} * a_b$$

$$V\,g\,(\rho_a - \rho_p) = V\,\rho_p a_b$$

$$a_b = \frac{g\,(\rho_a - \rho_p)}{\rho_a}$$

إذ إن a_b: التسارع الطائف $m_{air\ parcel}$: كتلة العينة الهوائية وحجم العينة والحرف p يشير إلى العينة الهوائية على اعتبار انها غاز المدخنة، والحرف a يشير الى الجو المحيط.

من معادلة (12) التي تبيّن تساوي ضغط الغمامة او العينة مع ضغط الجو المحيط فان الكثافات يمكن ان تبدل بدرجات الحرارة باستخدام معادلة الغاز المثالي (ρ=P/RT) فتصبح المعادلة أعلاه:

$$a_b = \frac{g\,(T_P - T_a)}{T_P} \qquad (14)$$

يتبيّن من المعادلة أعلاه أن صعود أو نزول الغمامات يعتمد على فرق درجة الحرارة والاسقرارية.

2. Ideal dispersion of air pollutants

الدخان المنبعث من المداخن تتحكمه بصورة أساسية استقرارية الغلاف الجوي التي تستجيب إلى الدورة اليومية للنهار والليل. وأهم سلوك لإنتقال الملوثات:

1. Looping plumes

تحدث في الاجواء غير المستقرة (أصناف A وB وC) التي فيها يكون الخلط العمودي قوياً ونشيطاً، والفرق في درجة الحرارة ($T_p - T_a$) يزداد عند صعود الغمامة، لذلك فان الانتشار العمودي يكون عند اقصاه والملوثات تنتشر بشكل سريع في الاتجاهين الأعلى والأسفل.

2. Coning plumes

يحدث هذا النوع من السلوك الانتشاري في الاجواء المستقرة (اصناف E وF)، ويكون الفرق في درجة الحرارة ($T_p - T_a$) موجباً، ولكنه يتناقص مع الارتفاع إلى أن يصبح صفراً عند ارتفاع معين. وعندما يكون الجو مستقراً فان الخلط العمودي والخلط الافقي يتساويان تقريباً، لذلك فان الغمامة تنتشر عمودياً وأفقياً بالمعدل نفسه تقريباً مما يعطي مظهراً مخروطياً للغمامة.

3. Funning plumes

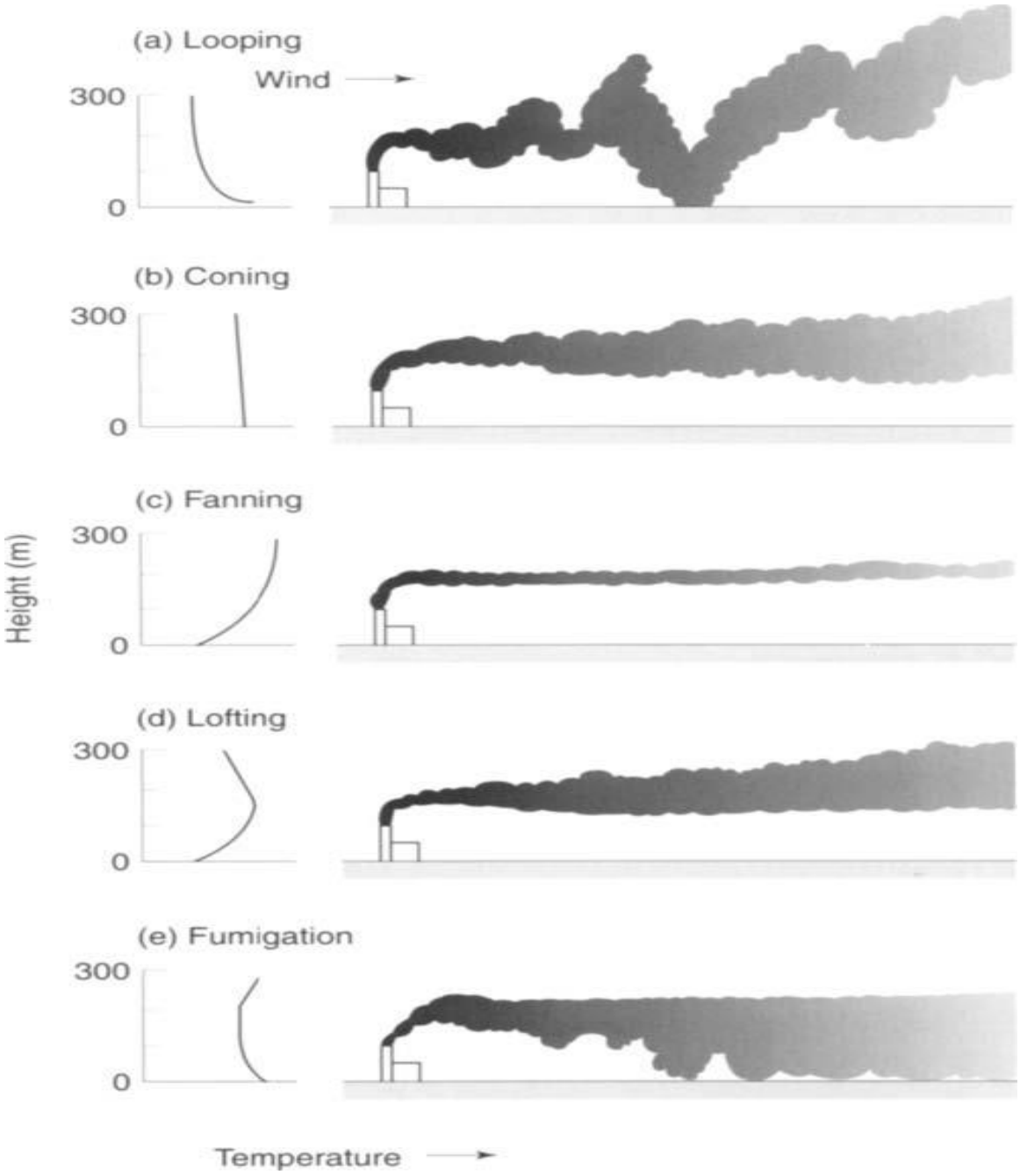
تحدث في الاجواء المستقرة جداً أو عند وجود انقلاب سطحي شديد. فمن الطبيعي ان ترتفع العينة الملوثة بشكل سريع عند فوهة المدخنة؛ لأن الفرق في درجات الحرارة ($T_p - T_a$) كبير ولكن هذا الفرق سيتناقص إلى الصفر بشكل سريع مع الارتفاع. ومن ثم $T_a=T_p$ فالغمامة تتوقف عند هذا الارتفاع؛ لأن الفروق في درجات الحرارة الكبيرة ستنتج قوة كبيرة لإعادة الغمامة إلى ارتفاعها الاصلي. تحت هذه الظروف فإن الخلط العمودي سيكون ضعيفاً وأقل من الخلط الجانبي لذلك فإنّ الغمامة ستكتسب مظهر انتشار مروحه بصورة جانبية أو أفقية.

4. Lofting plumes

اذا كانت قاعدة طبقة الانقلاب الحراري تحت مستوى قمة المدخنة فان ذلك سيعطي نتائج ايجابية حيث الخلط السفلي سيتوقف بينما ستستمر الغمامة بالانتشار بصورة جانبية ونحو الأعلى.

5. Fumigation plumes

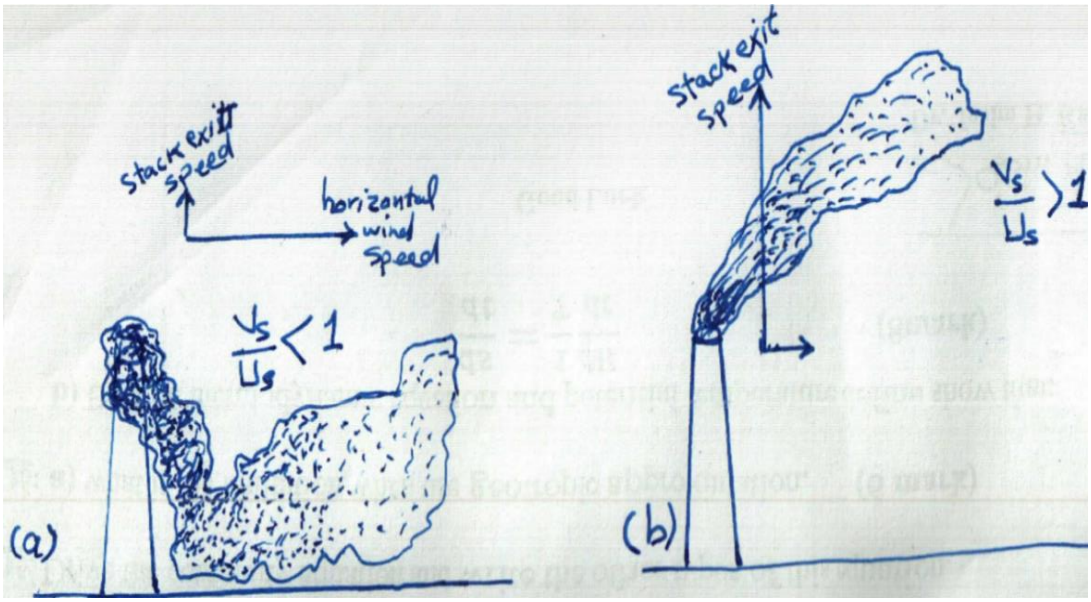
يعتمد هذا السلوك الانتشاري على ارتفاع تفريغ الملوثات من المدخنة نسبة الى ارتفاع قاعدة الانقلاب الحراري. فاذا كانت قاعدة طبقة الانقلاب فوق مستوى المدخنة فان الحركة العمودية الملوثات ستكون محبوسة بوساطة طبقة الانقلاب، وبذلك سوف تنتشر الملوثات نحو الاسفل ويمكن ان تنتج تراكيز ملوثة ذو مستوى أرضي عالٍ جداً خصوصاً إذا كان مستوى الانقلاب قرب سطح الارض وسرعة الرياح قليلة.



3. Plume behavior as a function of initial source parameter

1. Stack effluent exit velocity

فائدة قذف الملوثات بسرعة خروج (V_s) عمودية مميزة لها أهمية أساسية لمنع زحف الملوثات نحو أسفل المدخنة، كما مبيّن في الشكل أدناه:



وظروف ديناميكية الهواء لهذا النوع من الانتشار تحدد بايجاد V_s/U_s حيث U_s سرعة الرياح عند مستوى فوهة المدخنة.

فاذا كان $V_s/U_s=1$ فإن الغمامة ستنتشر على حافة المدخنة.

وإذا كان $V_s/U_s<1$ فإن الغمامة سوف تنتشر نحو أسفل المدخنة (الشكل a).

أما إذا كان $V_s/U_s>1$ فان الغمامة ستنتشر نحو الاعلى (الشكل b).

ومما تجدر الاشارة إليه هنا أن كمية التحرك للملوثات المنطلقة من المداخن بسرعة خروج كبيرة سوف تضيف إرتفاعاً آخراً إلى إرتفاع المدخنة قبل تأثير الاضطراب الجوي.

2. Stack effluent temperature

تتميز متدفقات مداخن المصانع بدرجة حرارتها الكبيرة مقارنة بالجو المحيط، مما يجعل المتدفقات تطفو وتصعد فوق قمة المدخنة. فعند صعود الملوثات فانها سوف تبرد بعملية سحب الهواء الأبرد تدريجياً إلى أن يصبح الفرق في درجات الحرارة قليلاً، وبالتالي يتوقف الصعود الناتج عن الطفو. اما إذا كانت المداخن طويلة أو موجودة مع أشجار كبيرة فان الصعود يصل الى ارتفاع أكثر من 1000 m في الرياح الخفيفة. وبهذه الحالة تصبح الغمامة غير مرئية.